مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السنة (٥) العدد (١٨) أكتوبر ٢٠١٦م

العلوم والتقنية للفتيان

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST



اخفضوا الصوت!

صفحة ٣٤

تشيرنوبيل جحيم أم نعيم غامض؟

صفحة ٨٤

بعد أن تجمد ثلاثين عامًا، أحد بطيئات الخطو يعود إلى الحياة

صفحة ٥٤

ISSN 1658 6239

المقالات المنشورة في هذا العدد مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة «Science & Vie»



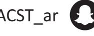


العلوم والتقنية للفتيان هي مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، والمقالات المنشورة فيها مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة «Science & vie»، ومجلة العلم والحياة للصغار «Science & vie junior»، وتأمل المدينة أن يجد فيها الطلبة ما يفيدهم ويعينهم على فهم كثير من الظواهر والمستجدات العلمية المعاصرة.

المراسلات
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ ـ رمز بريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
هاتف ٠١١٤٨٨٣٥٥٥ ـ فاكس ٠١١٤٨١٣٣١٣
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

www.kacst.edu.sa









يسر طاقم مجلة الفتيان أن يقدم هذا العدد الجديد للقراء الكرام. وقد أردناه ثريًا بمواضيع نتمنى أن تلبي جميع الرغبات. ففي باب الطب والصحة تناولنا قضية تسوس الأسنان الذي يمكن أن يشفى منه المُصاب من دون علاج. وتطرقنا في مقال آخر إلى ما يُروّج حول العلاج بتغطيس البدن خلال دقائق في مقصورة فائقة البرودة! من جهة أخرى، فالكل يعلم أهمية الرضاعة حيث توصي منظمة الصحة العالمية بأن يكون الإرضاع تاما خلال الشهور الستة الأولى، ويركز موضوعنا هنا على سوء احترام الناس لهذه التوصيات.

من منا يدرك الأهمية الحقيقية لبطن الإنسان؟ يبيّن أحد المقالات أن بطننا يتحكم في وجودنا، وأن هذا الاكتشاف سيفتح الباب أمام طب جديد. وبخصوص الصوت، فإننا نميل جميعا إلى رفعه عندما نستمع إلى أنغام موسيقية. وفي هذا السياق كشفت دراسة حديثة بأن نسبة كبيرة من الشبان يرفعون صوت الموسيقى إلى مستوى يهددهم بالصمم عند بلوغهم عشر أو عشرين سنة. ولذا فالحذر مطلوب. وفي موضوع آخر تناولنا علاقة الطب بالتقنيات المتقدمة مثل الطابعة الثلاثية الأبعاد والشرائح الإلكترونية والروبوتات التي دخلت غرف العمليات لإنقاذ الأرواح.

كما تناول العدد مواضيع مثيرة في التقنيات الحيوية والأحياء، أحدها حول الإضاءة الأحيائية إذ يبدو أننا سنودع قريبا المصابيح التقليدية في شوارعنا. ويوضح مقال ثان أنه عندما يُصاب جرذ بأحد الطفيليات فهو يلقي بنفسه في فم القط. والأدهى أن ثلث البشرية مصاب بهذا الطفيلي!

وفي مجال الطاقة نبيّن أننا نستطيع تعويض أسفلت الطرقات بطلاء من الألواح الشمسية، وبهذه الطريقة نجعل من الطرقات محطات لتوليد الكهرباء. وتطرقنا في موضوع آخر إلى الاندماج النووي وتوليد الطاقة النظيفة وغير المحدودة. ثم إنه من المعروف أن ثاني أكسيد الكربون غاز ملوث. غير أنه اتضح الآن بأننا نستطيع استخدامه في إنتاج مواد صناعية، مثل مستحضرات التجميل والمواد البلاستيكية وقوالب الخرسانة والسماد والوقود. ذلك ما نكتشفه في هذا العدد.

ونظرًا لأهمية البيئة في عالم اليوم، اخترنا لكم عدة مواضيع تكشف عن بعض جوانبها، منها الاحتباس الحراري والنظم البيئية الأكثر هشاشة، وكذا ظاهرة النينيو التي تجعل الطقس في حالة من الجنون. كما أن كارثة تشيرنوبيل تعود دائمًا إلى الواجهة حتى بعد مرور ثلاثين سنة عن انفجار مفاعلها النووي. فقد تكاثرت الحيوانات حول هذه المدينة التي هجرها أهلها. ولمن يهوى الألغاز، استعرضنا بعض ما استعصى منها على علماء الفيزياء في الحياة اليومية. واهتم مقال في الرياضيات بفن تقشير التفاح.

ومن المواضيع المشوّقة ذلك الذي اهتم بمثلث برمودا، أو سقوط نيزك تسبب لأول مرة في حادث وفاة. بينما يعرفنا مقال في الفلك بكواكب عجيبة خارج النظام الشمسي. في حين يريد أن يعرفنا خبر حول الطيران بمشروع إحياء الرحلات الأسرع من الصوت.

وفي حقل التقنيات والمعلوماتية، خصصنا مقالات لمواضيع مختلفة مثل التلفزيون الرقمي الأرضي وعن شركة جوجل أغنى مؤسسة في العالم. كما قدمنا إجابة عن السؤال: هل هي فكرة جيدة أن يترك الإنسان حسابه على الإنستقرام في وضع عمومي؟

وليس هذا فحسب إذ سيجد القارئ في ركن «أسئلة وأجوبة» إجابات عن أسئلة قد يكون طرحها على نفسه أو على غيره. وفضلا عن ذلك تتخلل العدد أخبار علمية متفرقة.

لقد اجتهدنا قدر المستطاع في سبيل توفير مادة نتصور أنها تفي بغرض القارئ. نتمنى أننا وفقنا في هذا المسعى.

رئيس التحرير

المحتويات

السنة (٥) العدد (١٨)
أكتوبر ٢٠١٦

طب وصحة

التقنية الحيوية

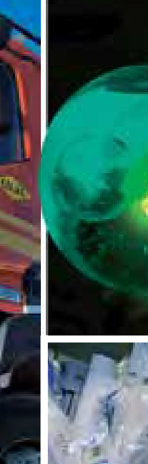
الطاقة

البيئة

الرياضيات والفيزياء

الفضاء والطيران













تقنية المعلومات والاتصالات

منوعات

صورة الغلاف



اخفضوا الصوت!

ص ٣٤





تسلسل الأحداث

١٨٩٦م الطبيب ج. ف. بلاك يضع أسس الحشو.

السنوات ١٩٦٠م أثبتت دراسات أن بعض أنواع التسوّس يمكن أن تزول بمفردها.

٢٠٠٨م الاتحاد العالمي للأسنان يدعو إلى أن يؤخذ العلاج الذاتي للتسوّس بعين الاعتبار.

٢٠١٥م الدراسة الأولى التقديرية لعدد عمليات الحشو التي يمكن تلافيها بفضل العلاج الذاتي.

تسوس الأسنان

يمكن أن يشفى دون علاج[1]



هل تشكو من بداية تسوّس في الأسنان؟ سيبادر طبيب الأسنان إلى إخراج مخرطته والبدء في حفر السن المصابة. غير أن التسوّس يمكنه تماما أن يُشفَى دون علاج- إذا بذلتَ جهدا يسيرا. لا، بل إن نصف حالات التسوّس تُشفَى دون تدخل الطبيب! ولقد آن الأوان لكي يعرف المصابون بالتسوّس وأطباء الأسنان هذه الحقيقة... هذا ما تشرحه لنا أود رامبو[٢] في هذا المقال.

إنّ تسوّس الأسنان ليس أمرًا خطيرًا بالضرورة. بل إن بعض أنواع التسوّس يمكنها أن تزول بمفردها. شريطة أن تكون في بدايتها، أي قبل أن يبدأ المصاب بها بالإحساس بأدنى ألم.

ومن هنا، فخلافًا لما تُوهِمنا به مسارعة أطباء الأسنان تلقائيا إلى الحشو منذ ما يزيد على قرن، فإن مصير أسناننا المصابة بالتسوّس ليس مسطرًا مسبقا! كما أن معالجة التسوّس في بداياته دون تدخل ليس حالة شاذة، وهذا ما تبينه دراسة أنجزت في أستراليا.

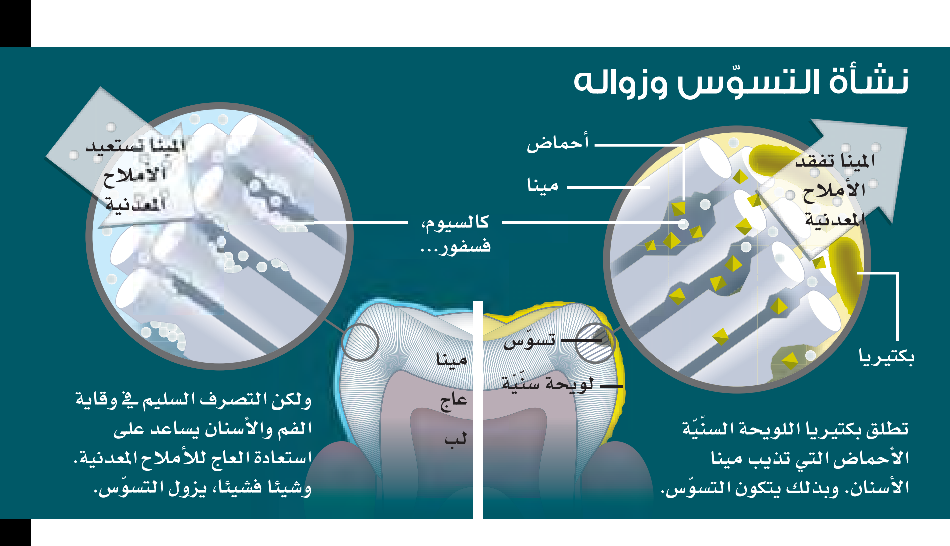
إلى حد اليوم، ظل الناس يعتبرون أن حكاية التسوّس تمر بطريق واحدة لا تتغير: فبكتيريا اللويحة السنّيّة -وهي مادة مكونة من المخاط اللعابي والنفايات الغذائية- تتمثل السكاكر السريعة التحلل، وتتكاثر، وتفرز حمضًا يهاجم السن، وتسبب في تكون تجويف يزداد عمقًا بمرور الأيام مما يجعل السن في خطر.

ويبين كريستوف لوكار (Christophe Lequart)، وهو طبيب جراح أسنان وممثل للاتحاد الفرنسي لوقاية الفم والأسنان أن "الأطباء ظلوا متشبثين بتصنيف التسوّس الذي أنشأه سنة ١٩٠٧م أحد مؤسسي طب الأسنان الحديث، هو الطبيب الأمريكي جرين فارديمان بلاك (Greene Vardiman Black). وهذا التصنيف، الذي دُرِّس جيلاً فجيلا، يفسِّر الطريقة التي تُعالَج بها حالات التسوّس بحسب أنواعها. ولكنه لا يهتم البتة بطرق الوقاية منها".

وبعبارة أوضح، فما إن يلاحظ طبيب الأسنان وجود حالة تسوّس، وقبل أن يشعر المريض بأدنى ألم، حتى يبادر بإخراج مدفعيته الثقيلة: ويحفر السن بالمخرطة، ويقوم بعملية الحشو.

المشكلة، هي أن زيادة تدمير أسناننا ميكانيكيا لمعالجتها، أمر غير مأمون العواقب. وإضافة إلى ذلك، فإن هذا العلاج القديم ليس حتى نهائيا: لأنه يتعين علينا غالبا أن نعيد الحفر لتغيير الحشو - دون اعتبار أن التسوّس يمكنه دائمًا أن ←

VOLKER STEGER/SPL/COSMOS - ©EZEQUIEL SCAGNETTI/REPORTERS-REA



← يظهر مجددًا من أسفل السن.

وفي السنوات الأخيرة، تزايد عدد الباحثين والأطباء الذين صاروا يستخفّون بتلك الأفكار القديمة التي مر عليها قرن من الزمان: ويراهنون على معالجة السن طبيعيا دون تدخل. وهم يرون أن التسوّس يجب أن يُنظَر إليه باعتباره عملية بطيئة وعلى الخصوص قابلة للشفاء. وفعلا، فما دام التسوّس يقف عند حدود القشرة الخارجية للسن (المينا)، فإن مرحلتي التدمير (فقدان الأملاح: كالكالسيوم، والفوسفور...) والمعالجة تتناوبان (انظر الرسم الحاسوبي). وهذه المرحلة الانتقالية يمكن أن تستغرق أربع سنوات في المتوسط. فإما أن يواصل التسوّسُ الحفرَ في السن، وفي هذه الحالة نحتاج إلى الحشو، وإما أن يتغلب مسار الإصلاح ويزول التسوّس!

غير أن هذا العلاج الذاتي يمكن أن يُسهَّل بفضل نظام إدارة التسوّس (Caries Management System): وهي طريقة تقوم على تغييرات بسيطة في العادات الغذائية وقواعد وقاية الفم.

وقد أجريت دراسات في هذا الموضوع سنة ٢٠٠٥م، ولكن نسبة حالات التسوّس التي يمكن أن تنجو بهذه الطريقة من الحشو لم تحدد أبدًا تحديدا دقيقا. وهذا يدل على الأهمية التي تنطوي عليها الأرقام التي أعلنها في شهر ديسمبر ٢٠١٥م فريق البحث الأسترالي برئاسة الدكتور وندل إيفانس (Wendell Evans) من جامعة سيدني. فبعد متابعة مئات المصابين خلال سبع سنوات، أثبت الباحثون أن ما يقارب نصف حالات التسوّس التي تكون في بداياتها يحتمل أن تكون قابلة للشفاء دون تدخل! وقد صرح وندل إيفانس بقوله: "هذه هي المرة الأولى التي نثبت فيها أن تلك المقاربة الوقائية يمكن أن تطبَّق في الممارسة اليومية في عيادات أطباء الأسنان على المدى البعيد".

وقائع وأرقام

لا ينجو من خطر التسوس إلا القليل منا. فحسب أرقام منظمة الصحة العالمية، بين ٦٠ **و٩٠٪ من أطفال المدارس** وحوالي **١٠٠٪ من البالغين** مصابون بالتسوّس. وفي فرنسا، **عانى ٩ من ١٠** أشخاص من التسوّس، **ونصف المراهقين** لهم سن مصابة بالتسوّس ولم يتم علاجها خلال الاختبار الوقائي في سن الخامسة عشرة.

وشرط نجاح العملية هو إخضاع حالات التسوّس للكشف ما دامت في بداياتها! ومعنى هذا أن نراجع طبيب الأسنان بطريقة منتظمة، وهو ما كنا نصحنا به.

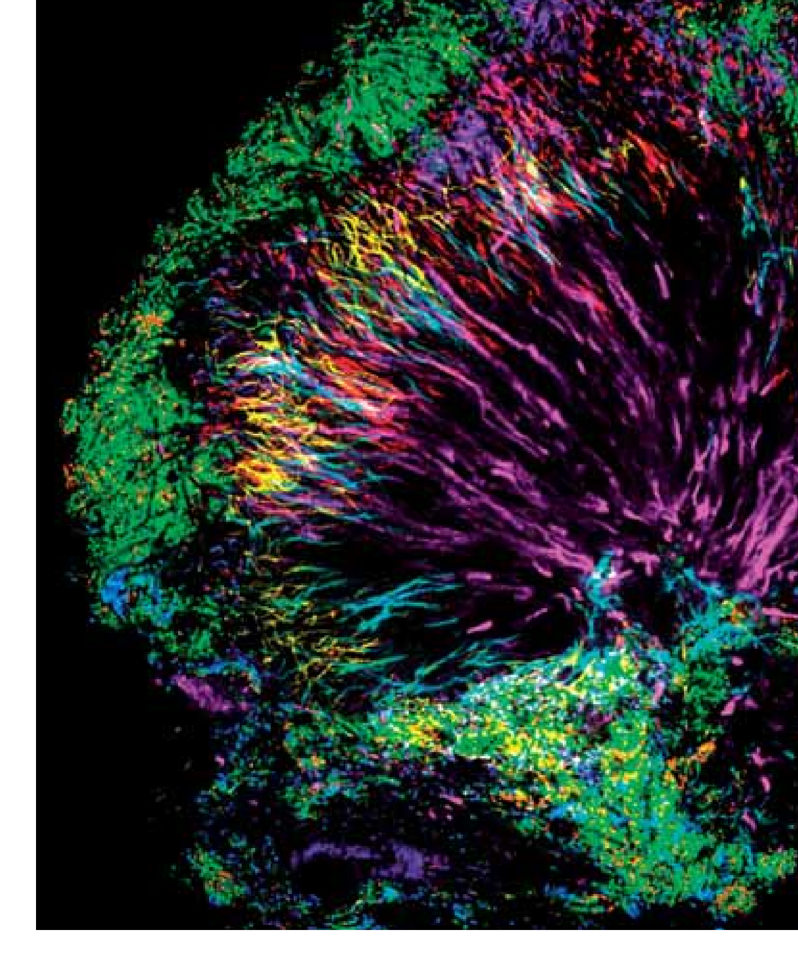
فإذا أردنا أن نسهل قدرة حالة التسوّس على الشفاء، وجب علينا أن نعزز حضور مواد طبيعية تقاوم فقدان المينا للأملاح المعدنية. وعلى وجه الخصوص، اللعاب والفلور. ويبين كريستوف لوكار أن "اللعاب يبطل مفعول الأحماض التي تتولد من البكتيريا، ويوفر معادن مثل الكالسيوم أو الفوسفات، شريطة أن نترك له الوقت الكافي للعمل، وأن نتجنب الإكثار من تناول الوجبات الخفيفة على سبيل المثال". أما الفلور فهو سلاح حقيقي مضاد للتسوّس، وعنصر حماية فعال يُستخدَم في معجون الأسنان ومواد تلميع الأسنان.

وبحسب «درجات حضور» كل عامل من هذه العوامل والأهمية التي ينطوي عليها، فإن مقدار تعدّن السن سيميل إلى هذه الجهة أو تلك، فإما أن يجعل التسوّس يزول، وإما أن يجعله يتطوّر. إن طرح بعض الأسئلة على المصاب بالتسوّس تسمح للطبيب بأن يتعرف على الأشخاص المعرضين للخطر، وأن يوجه إليهم النصائح التي تتراوح بين الاكتفاء بالتقليل من نسبة تناول السكر، إلى طلي الأسنان بملمع مزوَّد بالفلور. وبالمواظبة الجيدة، فإن نصف حالات التسوّس يمكن أن تزول!

وفي سنة ٢٠١٢م أصدرت فرق بحث كثيرة، من بينها فريق أمريكي وفريق أسترالي، كتابا مرجعيًا لنظام التصرف مع التسوّس، أطلق عليه اسم: التصنيف العالمي لحالات التسوّس ونظام إدارتها. وقد صنفت فيه حالات التسوّس بحسب مراحل تطورها في ستة مستويات: من أكثرها سطحية إلى أشدها عمقا. والمستويان الأخيران، اللذان يتميزان بإصابة البنية الداخلية (العاج)، هما الوحيدان اللذان يحتاجان إلى العلاج

> يعيش في فمنا ٧٠٠ نوع من البكتيريا؛ وتتوفر بكتيريا اللويحة السنّية على نظام خاص (انظر الصورة المقابلة).

B. BOURGEOIS - MARK WELCH ET AL., PNAS, 2016



الإنسان والتسوّس

يحذر باتريك سيروج الباحث في التغذية الباريسي من أنه "خلافا للحمية النباتية التي تحافظ على البيض ومشتقات الحليب، فإن الحمية النباتية التي تحذف كل المنتجات الحيوانية قد تؤدي إلى نقص قوي"، وخصوصا في الفيتامين ب١٢، غير الموجود في النباتات. ولتغطية الحاجيات، يجب الاعتماد على مكملات غذائية اصطناعية ومواد مضاف إليها هذا الفيتامين. وهذه الحمية غير منصوح بها للأطفال والطاعنين في السن والنساء الحوامل.

بواسطة المخرطة. أما المراحل الأخرى جميعا، فالواجب أن نطبق عليها أولا الطريقة الوقائية.

جيل «بلا تسوّس»

بطبيعة الحال، وصل هذا الخبر متأخرًا بعض الشيء إلى الذين أجريت عليهم سابقًا عمليات ضد التسوّس. أما الآخرون الذين يعانون من بدايات تسوّس، فما زال بوسعهم أن يطلبوا من طبيب أسنانهم أن يطبق عليها طريقة «إدارة حالات التسوّس». علمًا بأن اللجوء إلى المخرطة يظل متاحا إذا بلغ التسوّس درجة من التطور تقتضي ذلك...

ولكن كيف استطاع الإنسان أن يجهل هذه الظاهرة الطبيعية كل هذا الوقت؟ خصوصا أن مفهوم الوقاية من التسوّس حين يكون في بداياته تمت الإشارة إليه منذ ستينيات القرن العشرين؟ الجواب، هو أن الناس لم يكونوا يولون كلام الباحثين أهمية البتة؛ لأن اهتمامهم كان منصرفا أكثر إلى التقدم الحاصل في مواد الحشو الجديدة.

ومن هنا، فإن تلك النتائج التي تسير في اتجاه معاكس للمألوف لم تجد آذانا صاغية وطواها النسيان. ولكنها عادت إلى الظهور مجددا في أواسط العقد الأول من القرن الحادي والعشرين.

وإذا كان هذا الاتجاه الجديد في طب الأسنان يحقق أهدافه اليوم، فذلك لأن الاتحاد العالمي للأسنان، ورابطة المستقبل الخالي من التسوس (وهي تعني «من أجل مستقبل خال من التسوس لدى جميع الأطفال المولودين بداية من سنة ٢٠٢٦م») بَعَثَا روحا جديدة على الصعيد العالمي. وبهذا بدأت الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا تغيّران تصوّراتهما. ففي فرنسا، أدى النظام الجديد لإدارة حالات التسوس، سنة ٢٠١٠م، إلى إنشاء جمعية جراحي الأسنان، التي تدوم من ست إلى ثماني سنوات، وهو ما يفسر أن هذه المقاربة الجديدة لم تصل إلى المصابين بالتسوّس إلا منذ فترة وجيزة. ولم يبق إلا أن نراها تُعتمَد بصورة عملية في عيادات طب الأسنان. والحقيقة أن الأطباء الذين يقترحونها على المصابين ما زال عددهم قليلا. لعل سبب ذلك أنها حديثة جدًا. ويؤكد وندل إيفانس أن "بعض الأطباء لم يزالوا يشكّون في أن التسوّس يمكن أن يزول بمفرده دون تدخل".

ومن جهة أخرى، فإن هذه الطريقة لا تخلو من النقائص، لأن المريض يجب أن يكون لديه استعداد لتحسين نمط عيشه: بالتخفيض من استهلاك السكر، وتجنب الوجبات الخفيفة، وتنظيف أسنانه بطريقة سليمة، ومراجعة الطبيب بشكل مستمر للكشف عن حالات التسوّس، إلخ. والنتيجة، أن هذه الطريقة لا تؤتي أكلها إلا إذا التزم بها الشخص المعني التزاما تاما. ورغم كل شيء، فإن الجيل «الخالي من التسوّس» لم يعد مجرد حلم بعيد. ▌

(١) CARIES DENTAIRES: ELLES PEUVENT GUÉRIR TOUTES SEULES, Science & Vie 1184, P 100-103

(٢) Aude Rambaud



* للاستزادة

الاطلاع على الدراسة الأسترالية. الكتاب الطبي المرجعي في كشف حالات التسوّس والوقاية منها.

science-et-vie.com



التداوي بالبرد

البرد لا يعالج كل شيء[١]

أخـذ المختصـون في التـداوي بالـبرد يــردّدون دون كلل: إن تغطيس البدن خلال بضـع دقائق في حوض فائق البرودة (تصـل حرارته إلى ١٨٠ درجة مئوية تحت الصفر)، كفيل بإزالة الآلام، والتوتر، وحتى التجاعيد والدهون. فكأنما هو الاسـتحمام الذي يهب الشـباب، وهو نشـاط يُقبِل عليه الرياضيون أيمـا إقبـال. هـذه التقنيـة الجديـدة، التي لا تعترف بها رسميًا هيئة الأطباء، ولا يعوِّضُ نفقاتِها صـندوقُ الضمان الاجتماعي (علمًا أن الحصـة الواحدة التي تدوم بين دقيقتين وثـلاث دقائق تكلّف حـوالي ٤٠-٥٠ يورو)، أتراها سـتفي بوعودها؟ وهل هي خالية من المخاطر؟

يجيب سـيرج موزير (Serge Mesure)، أخصـائي العـلاج الطبيعـي، الباحـث في جامعـة إكـس - مرسـيليا (فرنسـا)، وقـد شـارك مؤخرًا في تحرير مقـال عن التداوي بالـبرد أكـثر الآثـار الناجمـة عنه: وصـفًا وإقـرارًا وإنكارًا، قائلا: "بما أن هذه التقنية حديثة العهد نسـبيًا، فمن الصعب علينا أن نصدر حكما قاطعا حول جدواها. ومع ذلك، فبإمكاننا أن نقول إن بعض تطبيقاتها جدير بالثقـة، في حـين يبدو بعضـها الآخـر مثيرًا للدهشة".

ويذكر مصـنِّعو هذه التقنية وأصـحاب المراكـز المختصـة لهـا في إعلاناتهـم علـى مواقعهـم في الإنترنـت أنهـا تسـاعد الرياضـيين على اسـتعادة لياقتهـم البدنية في وقـت قياسـي، وتكثيـف تدريباتهـم، وشـفاء جراحهـم؛ وتسـاعد في المجـال الطبـي علـى الحـدّ مـن الآلام والالتهابات في أمراض المفاصـل، وتسـهيل الحركة عند الأشـخاص المصـابين بالتصـلب اللويحي، وتخفيف الحكـة وغيرها من الاضـطرابات المرتبطـة ببعـض الأمراض الجلديـة؛ كما أنها تسـاعد في مجال الرفاهية على معالجة التوتـر، والانهيـار العصـبي، واضـطرابات النـوم، والصـداع، وزيادة الـوزن، وحتى... الشيخوخة!

حجج تسويقية

غـير أننـا، حـين نعـود إلى الدراسـات العلمية في هذا الموضوع، تبدو لنا الأمور أقل وضوحًا بكثير...

قبـل كل شـيء، علينا أن نعـرف أن تلك الدراسـات تتعلق في أغلب الحالات بالتداوي بالبرد بكامل الجسم (انظر المؤطر ص١٠)، وهي أكـثر فائدة من التـداوي بالبرد بجزء من الجسم لأنه يبرّد الجسم بطريقة أفضل، والحال أن مراكـز التداوي بالبرد بجزء من الجسم هي التي تكثر، لأن صيانتها أقل كلفة من المراكز الأخرى.

وعلى كل حال، فإن بعض التصـريحات لا تعـدو أن تكـون مجـرد أوهـام! فهـل إن التداوي بالبرد يخفف حقا من الوزن؟ يؤكد فرانسـوا بيـوزان (François Bieuzen)، المتخصـص في علـم وظائـف الأعضـاء الرياضـي، الباحث بالمعهد الوطني للرياضة والخـبرة والمهارة (Insep) أن "المسـألة هي قبل كل شـيء مسـألة حجة تسويقية، لم يتم التثبـت منهـا على الصـعيد العلمي؛ وإنني لأشـك في أن هذه الفرضية سـتتأكد في يوم من الأيام".

جـاءت الفكـرة مـن أبحـاث أثبتـت أن البرد يشـجع علـى تحول الدهون البيضـاء، عنـد الرجـل، إلى دهـون سـمراء، يسـهل احتراقها. ولكن، "ما لا يصـرح به مسـوقوا التـداوي بالبرد، كما يبين فرانسـوا بيوزان،

تذكير بالوقائع

دخل التداوي بالبرد فرنسا في بدايات سنة ٢٠٠٠م وانتشر انتشارًا واسعًا في أوساط الرياضيين (ففريق باريس سان-جرمان يملك حوضه الخاص، كما يملك كل من فريقي رياضة الرقبي بمدينتي تولون وكلارمون-فيران حافلة مزودة بهذه التقنية!). وتواصل هذه الممارسة استقطاب الجمهور العريض المنبهر بوعودها في مجال الصحة.

مراكز التداوي بالبرد في تزايد مستمر

في فرنسا، ارتفع عدد المراكز التي توفر هذه التقنية، من مركز واحد سنة ٢٠٠٩م إلى ٣٥ مركزا في بدايات ٢٠١٦م.

٠ ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠

٢٠٠٩ ٢٠١٠ ٢٠١١ ٢٠١٢ ٢٠١٣ ٢٠١٤ ٢٠١٥ ٢٠١٦

٣,٧٠٠

هو عدد الجلسات المسجلة سنة ٢٠١٥م في مركز واحد للتداوي بالبرد بكامل الجسم، هو مركز مدينة ليون (فرنسا).

في المراكز العامة، يتجه الاستخدام خاصة وجهة طبية

إن أغلب رواد مركز التداوي بالبرد بكامل الجسم بمدينة ليون من المرضى الباحثين عن علاج لآلامهم والتهاباتهم.

٪٨٠ إطار طبي

٪١٠ الرفاه (تخفيف الوزن، التوتر...)

٪١٠ إطار رياضي (إرهاق عضلي...)

هو أن تلك النتائج تم تسجيلها بعد التعرض للبرد مرارًا بشكل مطول ومتكرر، كأن يكون ذلك كل ليلة لمدة شهر".

ويقال الأمر نفسه بالنسبة إلى المفعول المزعوم المضاد لعلامات الشيخوخة، وعنه يقول سيرج موزير: "لا تُسند هذا الزعمَ أيُّ حجة مؤكدة علميًا. بل على العكس، فاستخدام البرد الشديد الجفاف يمكن أن يؤدي إلى تسارع علامات الشيخوخة الجلدية".

وبالمقابل، فإن تأثيرات التداوي بالبرد في مجال الرفاهية مقبولة بدرجة أكبر. وخصوصًا في حالة الانهيار العصبي. وفي هذا السياق، أخضعت الطبيبةُ النفسية البولونية يوانا ريماتشيفسكا (Joanna Rymaszewska) ثلاثة وعشرين متطوعًا لحصص تدوم كل منها ستين ثانية في حرارة تبلغ ١٥٠ درجة مئوية تحت الصفر، لمدة أسبوعين. فكانت النتيجة أن مجموع النقاط التي تحصّل عليها كل منهم في اختبار لقياس مدى خطورة الانهيار العصبي الذي يعاني منه انخفض بنسبة ٢ إلى ١٠. ومع ذلك، فإننا في حاجة إلى أبحاث أوسع مدى، تعتمد منهجية أكثر صرامة ضروريةً للوصول إلى نتائج نهائية، وتحديد ما إذا ←



سيرج موزير
SERGE MESURE
أخصائي العلاج الطبيعي، الباحث بجامعة إكس-مارسيليا (فرنسا)

بعض التطبيقات جدير بالثقة، وبعضها الآخر مثير للدهشة

لم تتم البرهنة إلا على صحة القليل من الآثار المفترضة للتداوي بالبرد

إن التعرض للبرد الشديد لمدة قصيرة (انظر في الصورة المقابلة درجة الحرارة على سطح الجسم بعد حصة من التداوي بالبرد بكامل الجسم) ربما كان له تأثيرات متنوعة تعود بالفائدة على الصحة والرفاهية... ولكن القليل منها فقط (في المجال الطبي خصوصا) تمت البرهنة على صحته.

آثار غير ثابتة

في الرفاهية: تخفيف الوزن، وإزالة علامات الشيخوخة في الجلد.

آثار ممكنة ولكن لم تتوفر براهين كافية على صحتها (مستوى الحجة بين الضعيف والمتوسط)

في الرفاهية: التخفيف من التوتر، والانهيار العصبي، واضطرابات النوم، والإرهاق.

لدى الرياضيين: الحد من الإرهاق العضلي، تحسين استرداد اللياقة البدنية وتحمُّل التدريبات المكثفة.

← كانت تلك الآثار دائمة أم وقتية.

والأمر نفسه بالنسبة إلى التأثيرات الإيجابية المفترضة بعد ممارسة الرياضة. ففيما يخص الشد العضلي، انتهت مجموعة من الأبحاث المتوفرة في هذا الصدد، نُشرت في أواخر سنة ٢٠١٥م، أنجزها فريق دولي ضم من بين أعضائه فرانسوا بيوزان، إلى "عدم توفر الأدلة الكافية على أن التداوي بالبرد بكامل الجسم ينقص من الشد العضلي أو يساعد على استرداد اللياقة البدنية". وفي مقال آخر، يعود إلى سنة ٢٠١٤م، كتب الباحثون: "في انتظار أن يتوفر مزيد من الأبحاث، يحسن بالرياضيين أن يظلوا واعين بأن وضع الثلج على العضلات أو الانغماس في الماء البارد عمليتان تؤديان إلى نتائج متقاربة".

ومع ذلك، فثمة دراسة عن الرياضيين أكثر توثيقًا إلى حد ما، يقول عنها فرانسوا بيوزان إنه: "من المرجّح أن التداوي بالبرد بكامل الجسم يزيد من القدرة على تحمل التمرينات الرياضية القاسية، مع الحد مما يترتب عليها من اضطرابات في النوم أو ضعف في الشهية. هذا ما أكدته إحدى دراساتنا التي أنجزت سنة ٢٠١٥م على إحدى عشرة سبّاحة من الفريق الفرنسي للسباحة المتزامنة". ولكن، هنا أيضًا، لم يُقدَّم دليل قاطع على صحة النتائج. وقد شرع الباحث في سنة ٢٠١٦م وفريقه في القيام بدراسات أخرى أوسع مدى، تتعلق برياضات أخرى.

بعض النتائج الجيدة

وفي الحقيقة، فإن المجال الذي شهد تقدمًا ملموسًا هو المجال الطبي. وقد بيّن فريديريك بريدل (Frédéric Bridel)، وهو أخصائي في العلاج الطبيعي، أنشأ سنة ٢٠١٤م وحدة للتداوي بالبرد في المركز الطبي الخصوصي بسان-جريجوار، قرب مدينة نانت (فرنسا)، أن "عددًا متزايدًا من الدراسات كشف عن نتائج ممتازة في مجال تناقص الالتهابات والآلام لدى

كيف يستطيع البرد الشديد أن يوفر العلاج؟

يتمثل التداوي بالبرد في تعريض الجسم لحرارة يمكن أن تنخفض إلى ١٨٠ درجة مئوية تحت الصفر، مدة قصيرة جدًا (تتراوح بين دقيقتين وثلاث دقائق). وهو يختلف عن الاستحمام بالماء البارد وعن وضع كمادات باردة على الجسم، في كونه عبارة عن ضخ هواء بارد في غرفة فارغة (بالنسبة إلى التداوي بالبرد بكامل الجسم)، أو ضخ النيتروجين في مقصورة مع ترك الرأس خارجًا (بالنسبة إلى التداوي بالبرد بجزء من الجسم). ومن هنا، فإن الصدمة الحرارية الحاصلة (انخفاض يتراوح بين ١٥ و١٧ درجة مئوية في مستوى الجلد، و٠,٦٣ درجة داخل الجسم) قد تتسبب في عدد من الاستجابات البدنية التي تعود بالنفع على الجسم. ويبيّن سيرج موزير، من جامعة إكس-مرسيليا أن "البرد، كما هو معلوم، يزيد من تدفق الدم في مستوى العضلات، فيحسّن تغذيتها بالأكسجين وتنقيتها من النفايات. وزيادة على ذلك، فإن البرد ينشط مركز الوطاء (وهو منطقة في الدماغ تقوم بتعديل حرارة الجسم)، مما يساعد على تحرير مواد كثيرة هرمونية وبروتينية ومناعية". وهذه التحولات يحتمل أن تكون قادرة على أن تخفف بسرعة من الإرهاق العضلي، وتقاوم الاستجابة المناعية للالتهاب وهي المسؤولة عن عدد من أمراض التهاب المفاصل، كما أنها تساعد على التخفيف من الألم أو التوتر.

المصابين بأمراض التهاب المفاصل. وقد لوحظ الأمر نفسه بالنسبة إلى تحسن الحركية عند المصابين بالتصلب اللويحي".

وقد أثبتت أبحاث فرنسية أجريت مؤخرًا، تلخص نتائج دراسات عن التهاب المفاصل الروماتويدي أن الأوجاع "خفّت بصورة واضحة". ويستخلص المؤلفون أن "التداوي بالبرد ينبغي أن يدرج ضمن الخطط العلاجية بوصفه علاجًا إضافيًا". مؤكدين أن "تقنيات العلاج وأنظمته يجب أن تحدَّد في التجارب بصورة أكثر دقة".

ويضيف سيرج موزير (Serge Mesure) أنه يتعين علينا أن "نحدّد المدة المثالية للجلسات والوتيرة الأفضل إن أردنا الحصول على أحسن النتائج لكل مرض من الأمراض".

HAUSSWIRTH ET AL. - DR

آثار ثابتة تقريبا (مستوى الحجة قوي)

في الصحة: التخفيف من الألم ومن الالتهاب في عدد من أمراض التهاب المفاصل (كالتهاب المفاصل الروماتويدي)، والأمراض الجلدية (كالتهاب الجلد التأتبي، والصدفيَّة)، وفي بعض الاضطرابات الرياضية (كالالتهاب الوتري، والتمزق العضلي...)، وتحسين الحركية في حال الإصابة بالتصلب اللويحي.

وإضافة إلى ذلك، يبدو أن التداوي بالبرد يعطي نتائج طيبة في معالجة بعض الاضطرابات الرياضية (كالالتهاب الوتري، والتمزق العضلي...)، والاضطرابات الجلدية (كالتهاب الجلد التأتبي، والصدفيَّة). ويعقب سيرج موزير على ذلك قائلا: "بما أن هذه الأمراض تكون مصحوبة بالتهاب، وبما أن التداوي بالبرد بكامل الجسم ينشط إفرازات مواد مضادة للالتهاب، فإن استخدامه يبدو لي منطقيا". وقد بينت دراسة فنلندية اعتمدت على ثمانية عشر مصابا بالتهاب الجلد التأتبي أن ممارسة التداوي بالبرد بكامل الجسم لمدة أربعة أسابيع، بمعدل ثلاث جلسات أسبوعيا، أدت إلى تناقص الحكة وقلة النوم المرتبطين بهذا المرض. ولكن، في هذه الحالة أيضا، نحن بحاجة إلى دراسات أوسع مدى للوصول إلى نتائج يمكن الاطمئنان إليها.

وفي انتظار ذلك، فإن أطباء الوكالة الوطنية لسلامة الدواء والمواد الصحية (ANSM) يدعون إلى توخي الحذر. ذلك، أن التداوي بالبرد، إذا أسيء استخدامه، يمكن أن يؤدي إلى بعض الأخطار: مثل التصاق الجلد بجدران المقصورة في حالة الملامسة المباشرة، والحروق بسبب الصقيع إذا تجاوزت المدة أربع دقائق، وحتى الاختناق في المقصورات المفتوحة التي تعمل بالنتروجين (في التداوي بالبرد بجزء من الجسم). وزيادة على ذلك، توجد موانع استعمال منها: القصور في القلب، وارتفاع ضغط الدم غير المراقب، والربو، ومرض رينود، والحمل.

ويؤكد نيكولا تيفينيه (Nicolas Thévenet)، مدير أجهزة التشخيص الطبية بالوكالة الوطنية لسلامة الدواء والمواد الصحية أنه "لم يقع إلى حد اليوم الإعلام بأي حادث في فرنسا". أما في الولايات المتحدة الأمريكية، فقد لقيت امرأة شابة حتفها، في أواخر سنة ٢٠٠٥م، في مقصورة للتداوي بالبرد، دون أن يُعرف سبب الوفاة.

ومهما يكن من أمر، فإن ماريال فولوندا (Marielle Volondat)، المسؤولة عن مصلحة التدليك والعلاج الطبيعي بالوكالة الوطنية لسلامة الدواء والمواد الصحية تنصح بـ"القيام بفحص طبي شامل مسبقًا - علما أن المراكز الجديرة بالثقة تشترط شهادة طبية؛ وينبغي أيضًا التأكد من سلامة الجلد من الندوب «تجنبًا للحروق»؛ واختيار المراكز التي تكون فيها الحصص مراقبة من طرف أخصائيين في الصحة". ❚

خيرة بالطيب[٢]

للاستزادة: انظر الموقع
www.science-et-vie.com

ماريال فولوندا
MARIELLE VOLONDAT

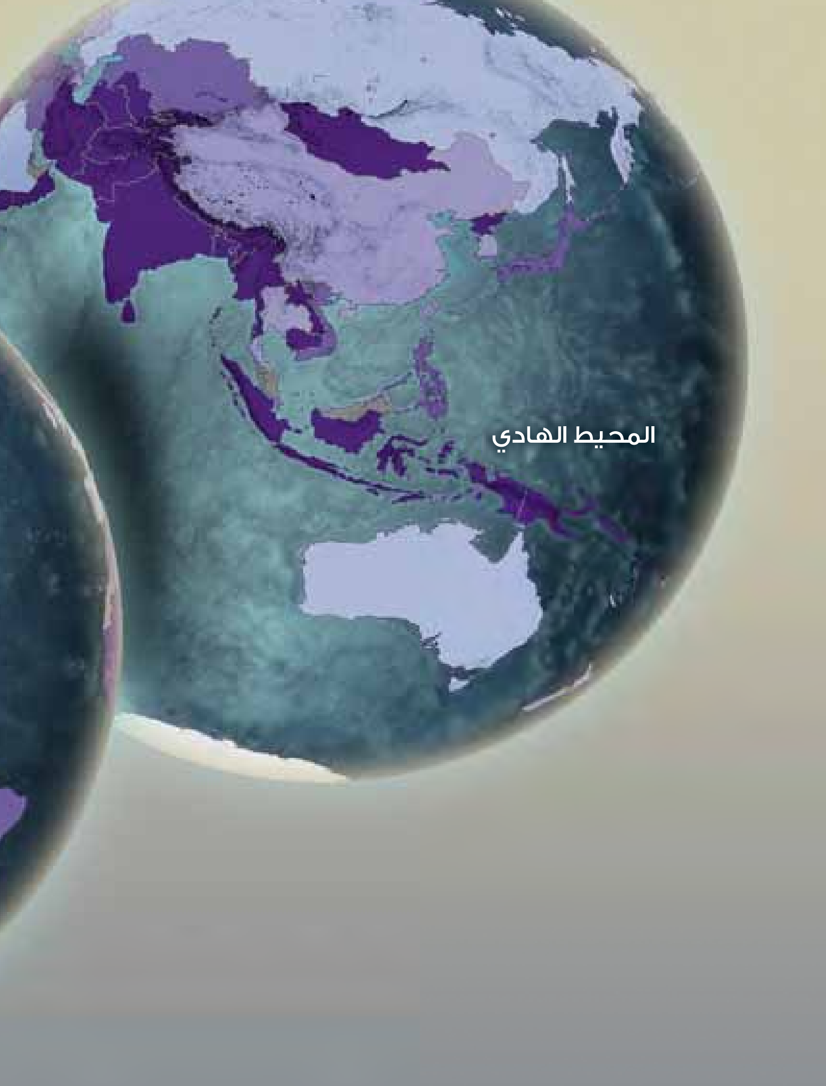
المسؤولة عن مصلحة التدليك والعلاج الطبيعي بالوكالة الوطنية لسلامة الدواء والمواد الصحية

من الأفضل أن نتعامل مع المراكز التي تكون فيها الحصص مراقبة من طرف أخصائيين في الصحة

---

(١) CRYOTHÉRAPIE: LE FROID NE SOIGNE PAS TOUT, Science & Vie 1184, P 114-117

(٢) Kheira Bettayeb

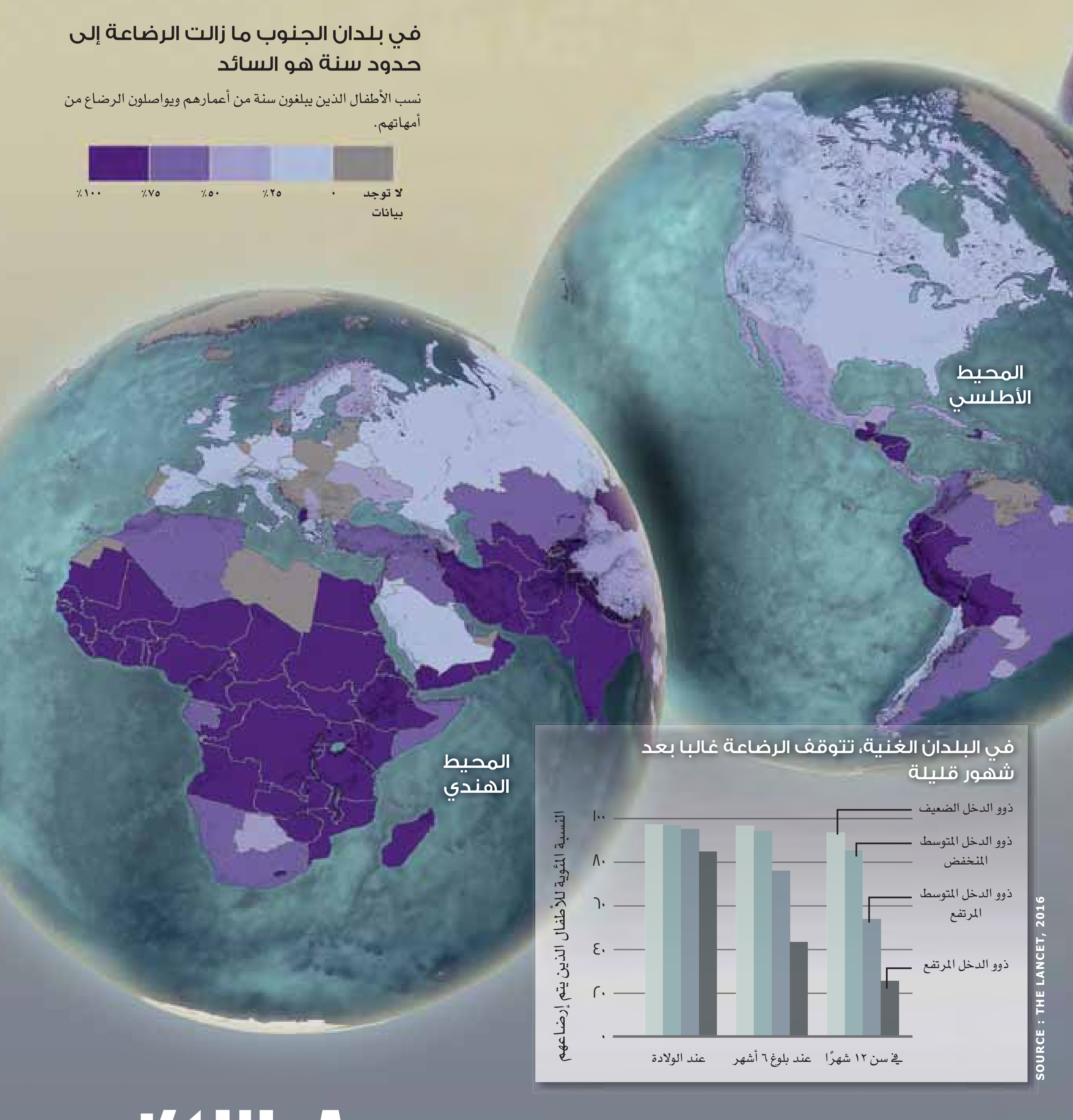


الرضاعة: الناس لا يعملون بتوصيات منظمة الصحة العالمية[1]

في مجال الرضاعة، توصي منظمة الصحة العالمية بأن يكون الإرضاع تاما خلال الشهور الستة الأولى، وجزئيا إلى حدود سنتين. غير أن الخارطة التي أعدّها فريق سيزار فيكتورا (Cesar Victora)، وهو متخصص في علم الأوبئة في جامعة بيتولاس (البرازيل)، بيّنت أن الناس قلما يعملون بهذه التوصية. ففي البلدان الغنية، لا نجد تقريبا إلا طفلا واحدًا من خمسة أطفال يحظى برضاعة طبيعية إلى حدود ١٢ شهرا. وعلى العكس من ذلك، فالبلدان التي تحتل الصدارة هي بلدان إفريقيا جنوب الصحراء (وعلى رأسها السنغال وغامبيا ومالاوي بنسبة تفوق ٩٨٪)، وتحل بعدها بلدان شرق آسيا وبعض بلدان أمريكا الجنوبية. ولكن لوحظ، إجمالا، أن النسب العالمية تتّجه إلى الانخفاض: فقد كانت تبلغ ٧٦٪ سنة ١٩٩٣م، فأصبحت ٧٣,٣٪ سنة ٢٠١٣م. والحال أن منافع الحليب لم تعد بحاجة إلى بيان، خصوصا ضد الإسهال والتهاب الرئة (وهما في طليعة أسباب وفيات الأطفال). ويقدّر سيزار فيكتورا أن تلك البلدان لو عملت بالتوصيات لتمّ إنقاذ ٨٠٠,٠٠٠ نسمة من الموت كل عام. ويضيف قائلا: "يعتقد أغلب الناس أن الرضاع لا يعود بالفائدة إلا على الدول الفقيرة. وهذا رأي لا أساس له من الصحة"! فالمرجّح أن الرضاع في البلدان الغنية يحدّ من خطر الموت المفاجئ للرضيع بنسبة الثلث. كما أن خطر إصابة الأمهات المرضعات بسرطان الثدي يقل بنسبة ٦٪ لكل ١٢ شهرا من الإرضاع؛ ولو أخذنا هذه الأرقام في الاعتبار، لأصبح بإمكاننا أن نتفادى ٢٠,٠٠٠ حالة وفاة في العالم. ■

(١) ALLAITEMENT: LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS SONT LOIN D'ÊTRE SUIVIES, Science & Vie 1183, P 32-33

G.CIRADE - M.KONTENTE



٪٣٧

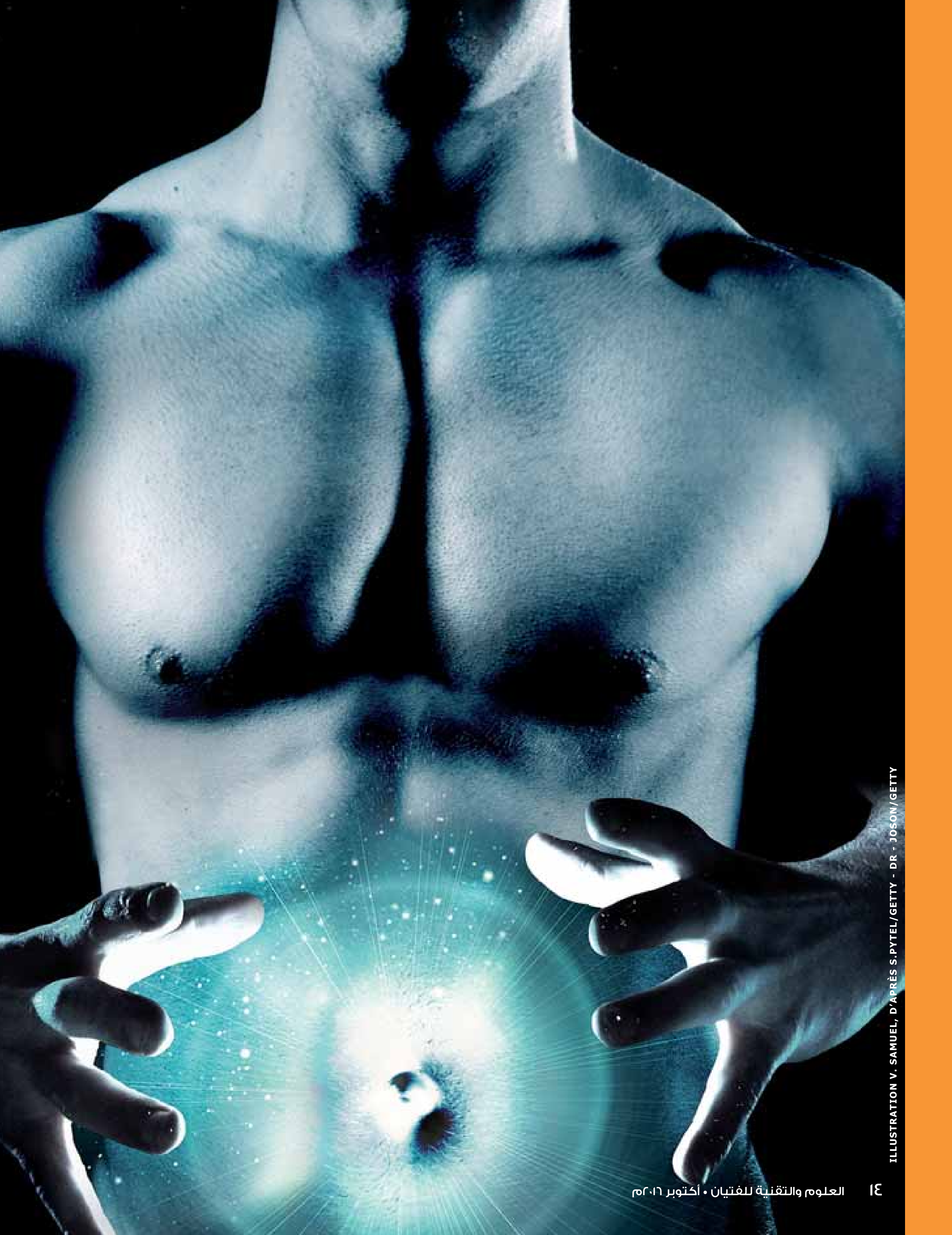
نسبة الأطفال دون ٦ أشهر الذين يتمتعون برضاعة تامة في البلدان ذات الدخل الضعيف والمتوسط.

٤

عدد البلدان التي تقل فيها نسبة الإرضاع من الولادة عن ٨٠٪ (فرنسا، إسبانيا، إيرلندا، الولايات المتحدة الأمريكية).

٪١٣,٨

نسبة وفيات الأطفال دون سنتين التي يمكن تلافيها في البلدان ذات الدخل الضعيف والمتوسط إن تم العمل بتوصيات منظمة الصحة العالمية.


ILLUSTRATION V. SAMUEL, D'APRÈS S.PYTEL/GETTY - DR - JOSON/GETTY

التوتر النفسي، الحيوية، النوم...

القدرات الخارقة للبطن [1]

لقد بدأ الناس يدركون أن البطن هو «الدماغ الثاني». ولكن الحقيقة أنه أكثر من هذا بكثير! فالعلم نفسه لا يصدق أنه اكتشف اليوم القدرات المدهشة للبكتيريا التي يتكون منها النبيت الجرثومي المعَوي: فهي إذ ترسل إشارات إلى الجسم كله، تؤثر في نومنا كما تؤثر في توترنا النفسي، وتؤثر في وراثتنا كما تؤثر في شخصيتنا، وتؤثر في مزاجنا كما تؤثر في ذاكرتنا. لا بل إنها تترك آثارها حتى في نموّنا وحيويتنا النفسية. وباختصار: فإن بطننا يتحكم في وجودنا. وهذا اكتشاف أساسي، سيفتح الطريق من الآن فصاعدا لظهور طب جديد.

بقلم: إلزا عبدون بالاشتراك مع خيرة بالطيب وفيورنزا غراتشي وهيلويز رامبير [2]

لـو سُـئلتَ عن أهم عضـو في جسـمك، فما الذي سـيخطر ببالك لأول وهلة؟ الدماغ؟ القلب؟ الرئتان؟ لا أظن أنك سـتفكر في الأمعاء. ومهما تكن الأسـماء التـي نطلقهـا عليهـا: أحشـاء، مصـارين، معـيّ... فالظاهر أن بطننا لا يعدو أن يكون شـبيها بالبالوعة، ليسـت الأنابيب فيه إلا مسلكا ملتويا يقود غذاءنا إلى طريق الخروج. ولقد آن الأوان لنغير هذه الصورة غير السـائغة. لأن أمعاءنا تشكل عضوا أكثر تعقيدا وأعلى قـدرا مما تبـدو عليـه. ومنذ حوالي عشـر سـنوات، حـدث انقـلاب تـام في المعـارف أدى إلى الاعـتراف بأن البطـن موقع قيادة مركزي في حياتنا. فتأثيره في الشخصـية، والذاكرة، والاختيـارات الغذائية، وطول العمـر، والنوم... لا ينفك يتزايـد بتقدم الباحثين في فهم العالم الذي ينطوي عليه. فالبطن يسـتمد قدرته أولا وقبل كل شـيء من ساكنيه: أي كل الجراثيم التي تعيش معنا في وئام وتشكّل «النبيت الجرثومي المعوي».

حقيقة طالما ظلت طي الكتمان

إن هـذه المجموعة من الكائنـات الحية المجهرية تضـم فطريات وفيروسـات وغيرها، ولكن ما يهيمن عليهـا بالدرجة الأولى هي البكتيريـا. ويمكن أن يبلغ عددها عشـرات آلاف المليارات، وهي مركَّزةٌ خاصةً في مسـتوى القولون (وهو «الأنبوب» الأخير الواقع بين الأمعاء الغليظة والمسـتقيم). إنه لنظام بيئي حقيقي يعيش داخل أجسامنا.

فكيف يسـتطيع هذا العالم المجهري من الأجسام أحادية الخلية أن يفرض سـلطته على كائنات معقدة مثلنا؟

علينـا أن نقـول، بـادئ ذي بـدء، إن بطننا يتمتع بنظام فضـائي يوفر أفضل الشـروط لمضاعفة نقاط الاتصـال بـين الفضـاء الداخلي للأمعـاء وخلايـا الجسـم. وعلى سـبيل المثـال، يشـكل جـدار الأمعاء الغليظـة طيات كثيرة، تضـم هي نفسـها طيات، هي الزغابات التي تكسوها زغيبات.

وتختفي وراء ذلك الجدار، خاصة، مسالك مرور كثيرة تسـاعد بطننا على إرسـال أوامر إلى الجسم: منها العصب المبهم، الذي يربط البطن بالدماغ، وهو شـبكة وعائية مهمـة، تمر عبرها الرسـائل الجُزَيْئية والخلوية؛ ورصيـد ضـخم من الخلايا المناعية، التي تسافر في الدم وترسل إشارات كيميائية.

ومـن هنـا، ترتسـم ملامـح صـورة عامـة: ففي البطـن لا تتوقـف البكتيريا عن إنتـاج جزيْئات كثيرة (كالأحماض الدهنيـة، والناقـلات العصـبية...)، التـي تسـتطيع أن تخـترق الغشـاء المخاطـي المعـوي وتدخل الأوعية الدموية، أو تغير نشـاط العصـبونات (النورونـات) والخلايـا المناعيـة (انظـر الرسـم الحاسـوبي ص١٨-١٩). وبهذه الطريقة يؤثر النبيت الجرثومـي المعـوي في كياننا كله، بصـورة تجمع بين العمق والخفاء.

لكل فرد جرثومه البكتيري الخاص، الفريد والشخصي

ومـع ذلك، فـإن الباحثين حجبوا هـذه الإمكانية مدة طويلة، لأنهم كانوا مهتمين أساسـا بمواد الهضم (كالفيتامينـات والأمـلاح...). ولم يكونـوا يـرون للبكتيريـا فائـدة إلا في وظيفتـين: أولاهما الهضـم، طبعا (بإنتاج إنزيمات لا يملكها الجسـم البشـري)، والثانيـة الدفاعـات الطبيعية (فالموقـع الكبير الذي تحتله، يجعل اسـتقرار بكتيريا مصـابة بالتهاب أمرا أكثر صعوبة).

ويقرّ دوسـكو إيرليك (Dusko Ehrlich)، الخبير في الكيميـاء الحيوية، رئيس مشـروع ميتاغينوبوليس (Metagenopolis)، الـذي يهتم بدراسـة آثار النبيت الجرثومي في الصحة، بأن "النبيت الجرثومي المعوي ظـل لمدة طويلـة محـل عـدم اكـتراث، لأن الأطباء، والحـق يقـال، لم يكونوا يملكـون الأدوات الضـرورية لدراسـته". إذ كان الأمر يقتضـي أن نجعل البكتيريا تتكاثـر في المختبر، في أطباقِ بِتْري، وهو أمر ما يزال مسـتحيلا بالنسـبة إلى أغلب أنـواع البكتيريا التي تستوطن أمعاءنا.

والنتيجـة، كمـا يـرى جـون كريـان (John Cryan)، الخبير في علم العقاقير العصبي، بجامعة كوليج دي كورك (إيرلندا)، والمتخصص في العلاقة بـين المعـدة والدمـاغ، هـي أن "الباحـثين لم يبدأوا في الاعـتراف بالقيمـة الحقيقية للنبيـت الجرثومي المعوي إلا منذ عشـر سـنوات". وهذا التاريخ يتطابق مـع تطور تقنية جديدة، سُـمِّيت فيمـا بعد الجينومية (ميتاجينوميـة)، توفـر إمكانيـة تقسـيم الحمض النـووي للبكتيريـا دون حاجـة إلى زراعتـه. وبتطبيق هـذه التقنية على تحليل البراز (الذي يتكوَّن أكثرُ من نصـفه من بكتيريا القولون)، لآلاف الأشـخاص عبر العالم، توصل الباحثون إلى اكتشافات كثيرة مذهلة.

فقـد أدركـوا أولا التعقيـد المدهش الذي يتصف به النبيت الجرثومي المعوي. إذ يُعتقد أن لدى كل شخص ما بين ٥٠٠ و١٠٠٠ نوع من أنواع البكتيريا المختلفـة، التي يبلغ مجموعها حـوالي ٦٠٠٠٠٠ جينـة مختلفة! وهـذا العدد بحسـب دوسـكو إيرليـك "يفـوق ثلاثين مرة الجينات التـي يتكون منها الجينـوم الخاص بالكائن البشـري. مما يدل علـى أننا، من الناحيـة الجينية، كائنات ميكروبية بالدرجة الأولى".

ويختلـف تركيب الجراثيم المعويـة اختلافا كبيرا من شخص إلى آخر، بحسب الجينوم، والسن، ونمط العيش (التغذية، الصـحة، إلخ.)، وبحسب البكتيريا الموروثـة من الأم في البدايـات الأولى للحياة. ومن ←


جراثيم معوية

SHUTTERSTOCK - EYE OF SCIENCE/PHANIE - MICHEL SAEMANN



يخفي بطننا، في وقت واحد، حلقةً بالغة الدقة، ونظاما بيئيا حقيقيا
مريء
غشاء مخاطي
بكتيريا (جرثوم ميكروبي)
الزغب
عصب مبهم
ألياف عضلية
جدار معوي
أوعية دموية
عصبونات معوية
١٠٠٠٠
مليار بكتيريا على الأقل تعمر جهازنا الهضمي: إنه النبيت الجرثومي المعوي. وهو خاص بكل واحد منا، ويتوقف تركيبه (توجد أنواع كثيرة من البكتيريا) على عوامل وراثية وبيئية.
٥٠٠
نوع من البكتيريا على الأقل تستوطن باطن الأمعاء. وهي تنتج جزيئات بإمكانها أن تؤثر في الجسم كله عن طريق الأعصاب والأوعية الدموية والخلايا المناعية والجدار المعوي.
معدة
١٠م
طولا، وعلى الأقل ٢٠٠م² مساحة، إن نحن فتحناه بصفة كاملة: تلك هي أبعاد جهازنا الهضمي (المريء، والمعدة، والأمعاء).
أمعاء غليظة (قولون)
أمعاء دقيقة

يتحكم النبيت الجرثومي في وجودنا بطرق ثلاث



١ طريق الجهاز العصبي...

يستطيع البطن، بنبيته الجرثومي أن يؤثر في الدماغ عن طريق الأعصاب، بتحفيز نهايات الجهاز العصبي المعوي المكون على الأقل من ٢٠٠ مليون عصبون (الصورة) تتواصل مع الدماغ عن طريق العصب المبهم.

وسائل الإيصال: ناقلات عصبية

تنتج البكتيريا ناقلات عصبية يمكنها أن تمر عبر الغشاء المخاطي المعوي وتغير نشاط العصبونات المعوية.

← هنا، يمكن أن تهيمن أنواع معينة عند أشخاص معينين، ويمكن أن تغيب عند غيرهم. ويؤكد روب نايت (Rob Knight)، مدير مختبر متخصص في المجموعات البكتيرية، بجامعة كاليفورنيا بسان دييغو (الولايات المتحدة الأمريكية) أن "الباحثين فوجئوا مفاجأة كبرى حين اكتشفوا إلى أي درجة يختلف النبيت الجرثومي من شخص إلى آخر".

وما يزيد الموضوع أهمية، تبيُّن العلماء أن تلك التغيرات تؤثر في عدد كبير من السمات الفردية! وفي الطريقة التي تُتَقاسَم بها بين الآباء والأبناء (انظر الصفحات التالية).

ومع ذلك، فإن البكتيريا الجيدة تتعطل أحيانا: فقد اكتشف الباحثون أن سبب أمراض كثيرة يكمن، جزئيا على الأقل، في اضطراب النبيت الجرثومي المعوي. ومن شأن هذا أن يقود إلى فتوحات طبية مهمة (انظر ص٢٨)، وإن كنا ما نزال "نخطو خطواتنا الأولى في هذا المجال" كما يقول غابريال بيرلموتر (Gabriel Perlemuter)، من قسم التهاب الكبد وأمراض الجهاز الهضمي، بمستشفى أنطوان- بيكلير (فرنسا).

ولكي نسير قُدُما، يتعين علينا أن نحدد الآليات التي تساعد البكتيريا على أن تمارس تأثيرا من هذا النوع. فقد أنجزت أبحاث في المجالات الوعائية، والعصبية، والمناعية، ولكن "يمكن أن توجد مسالك أخرى" كما يقول روب نايت. لماذا عقَّدت آليات التطور حياتنا وحياة بكتيرياتنا إلى هذا الحد؟ يجيب الباحث: "ولِمَ لا؟ فمن الصعب أن نحافظ على أي محيط معقَّما! وبناء عليه، فبما أن البكتيريا موجودة، فالأجدر بها أن تشارك في هذه المهمة!".

إن هذه الحميمية بين الجسم وجراثيمه، وهي حميمية تشترك فيها مملكة الحيوان ومملكة

SHUTTERSTOCK - MICROSCOPE/SPL/COSMOS - D.KUNKEL/BSIP - MICHEL SAEMANN



٢ ...طريق الجهاز الدموي

يمكن للبطن أيضا أن يقوم بعمله بفضل الأوعية الدموية التي تسقي كل الأعضاء وكل الأنسجة.

وسائل الاتصال: أحماض دهنية، فيتامينات، أحماض أمينية...

تنتج البكتيريا عددا كبيرا من الجزيْئات تستطيع أن تخترق الغشاء المخاطي، وتدخل في الأوعية الدموية، وتتجول في كامل الجسم.

٣ ...طريق النظام المناعي

تستطيع البكتيريا أن تؤثر في دفاعاتنا الطبيعية بالتأثير في الخلايا المناعية في كامل الجسم.

وسائل الاتصال: مستضدات، معدلات الالتهاب...

تنتج البكتيريا جزيْئات قادرة على تعديل نشاط النظام المناعي، الذي سيتولى بدوره التأثير في الجسم، بأن يفرز مثلا رسائل كيميائية.

الإنسان، تدعو في نهاية المطاف إلى إعادة النظر في فكرة الفرد في ذاتها: فإذا كان ذلك الترابط يتحكم في حياتنا، فهل نحن نمثل نوع الإنسان العاقل فقط، أم إننا نمثل مجموعة من الأنواع، أو جنسا جامعا، أو ما أطلَق عليه عالمُ الأحياء الأمريكي ريتشارد أنطوني جفرسون منذ بداية التسعينيات اسم هولوبيونت (Holobionte) إن النبيت الجرثومي يثير أسئلة محيرة... ولكنه أيضا، يذكّرنا بمسلمات، لأنه ينبِّهنا إلى حقائق كنا عنها غافلين.

بطننا يتحكم في... معنوياتنا، وقلقنا، ومهاراتنا الاجتماعية

هـل يغلب عليك التوتر؟ هل أنت لطيف بطبعك؟ أم سـريع الاكتئـاب؟ إن مسـؤولية ذلك لا تنحصـر في أبويك! فإضـافة إلى الجينـات والتربية، قد تكون شخصـيتنا متأثرة أيضـا... بجراثيمنا المعوية، التي يُعتقَد أنها "تلعـب دور العرائس المتحركة لدماغنا"، بعبـارة جـون كريـان (John Cryan)، الخبـير في علـم العقاقـير العصـبي، بجامعة كوليـج دي كورك (إيرلندا).

هل يصـعب أن نقبل بهـذا؟ ومع ذلك، فتلك هي الفرضية التي تقود إليها دراسات كثيرة أُنجِزت بناء علـى ملاحظة: هي أن اضـطرابات القلـق، والمزاج، والمهـارات الاجتماعيـة (كالاكتئـاب، والتوحـد...) تترافق دائما مع اضطرابات معوية.

ومنذ عشـر سنوات، سـاعدت تجارب تم القيام بها علـى قوارض، على إضـافة حجج أخـرى تثبت صـحة هذه الفرضـية. فقـد اهتم الباحثون خاصـة بدراسة تغيرات السلوك لدى جرذان وقطط أمعاؤها خالية تماما من البكتيريا.

مبادلة الطبع

لـدى تلـك الحيوانـات المحرومـة مـن النبيـت الجرثومي، التي وُلدت بعملية قيصرية، وأُبقيت طوال حياتهـا في بيئـة معقمة، حـدث تغير في الحساسـية الطبيعية للتوتر. فبعضـها، ينتمي إلى سلالة معروفة بطبعها القلِق، ولكنها تكشـف عن مستوى من التوتر أكثر انخفاضـا بكثير (تم قياسه من خلال ميلها إلى استكشـاف بيئات مضيئة ومكشـوفة، وهي في العادة تدعـو إلى مزيد مـن التوتر لدى القوارض). وعلى النقيض مـن ذلك، فإن تلك التي تنتمي إلى سـلالة وديعـة، كانت تبدي سـلوكا دالا على القلق (من قبيل قضاء وقت أطول ملتصقة بجدران قفصها).

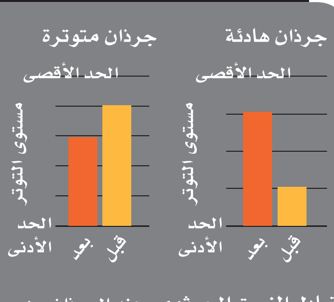
والأغـرب مـن هـذا، أنه يمكـن إجـراء مبادلة سـمات الطبـع بـين فرديـن بمجـرد القيـام بعملية اسـتبدال لنبيتها الجرثومـي! وقد تمت البرهنة على ذلك سـنة ٢٠١٣م، حين وُضـع لسلالة من الجرذان المتوتـرة الجرثوم المعـوي لجرذان وديعـة، فقلّ لدى المجموعة الأولى مسـتوى القلـق... في حين أن التوتر أصـاب جرذان المجموعة الثانية التي كانت إلى ذلك الوقت وديعة!

وربما كانت المهارات الاجتماعية سمة أخرى من سـمات الطبع المتأثرة بالنبيـت الجرثومي. إذ أثبتت دراسـة أنجزت سـنة ٢٠١٤م أنه في غياب الجراثيم المعويـة، تكـون القوارض أقـل ميـلا إلى البحث عن حضـور مثيلاتهـا. يقول جون كريان: "إن الفرضـية هـي أن البكتيريا كانت تشـجع المهـارات الاجتماعية لـدى مضـيفيها لتسـهيل تبـادل تلـك البكتيريا بين الأفراد".

وأخـيرًا، أثبتت تجارب أخرى أن «تنـاول» بكتيريا معويـة يمكن أن يحسّـن «مزاج» الجـرذان، الذي تم قياسـه من خلال تفاوتها في سـرعة تسـرب الخمول إليها أثناء تمرين نجاة عن طريق السباحة.

أمـا عند الإنسـان، فـإن الحجج تشـير مع ذلك إلى أن ظاهـرة مماثلة يمكـن أن تقع، وإن كانت تلك الحجـج غير مباشـرة. ففي سـنة ٢٠١٣م، بين عدد مـن الباحثـين أن التنـاول اليومي خلال شـهر لمنتَج يحـوي بكتيريـا توجـد بصـورة طبيعيـة في الأمعاء، يؤدي إلى تغير في نشـاط المناطق الدماغية المرتبطة

الدليل من خلال...



تبادل النبيت الجرثومي عند الجرذان، وهو يبين أن سماتها يمكن أن تتغير: على اليمين، جرذان هادئة تستقبل بكتيريا جرذان متوترة، فتصبح بدورها متوترة، والحالة العكسية (على اليسار).

SOURCE: CURRENT OP. MICROBIO, 2013

ISM - S.HOBMAIER/PLAINPICTURE - M.KONTENTE



بمعالجة الانفعالات.

كما أن تجارب كثيرة لتناول بكتيريا معوية بشكل منتظم أشارت كذلك إلى أن هذا يمكن أن يخفِّضَ من التوتر (الذي تم قياسه خاصة من خلال نسبة هرمون الكورتيزول في اللعاب) ويحسّنَ المزاج.

كيف يكون بمقدور المعي أن يكون له مثل هذا التأثير في الدماغ؟ يجيب غيوم فوند (Guillaume Fond)، عالم النفس (بمؤسسة فوندا مونتال) بأنه: "ربما اشتغلت عدة آليات في وقت واحد. فالبكتيريا تتحرك عن طريق العصب المبهم، الذي يربط البطن بالدماغ، ويرسل ٨٠٪ من معلومات البطن باتجاه الدماغ". ويواصل بأن تلك البكتيريا تملك القدرة على "إنتاج ناقلات عصبية بإمكانها، حين تنتقل إلى الدم، أن تؤثر في الدماغ".

البطن يتحكم في... حالتنا الصحية ودفاعاتنا الطبيعية

إن دفاعاتنا المناعية، المكلَّفة بمراقبة الجراثيم في جسمنا، تخضع هي نفسها لمرقبة جراثيم أخرى: هي نبيت جرثومنا المعوي! ذاك هو المفهوم غير البديهي الذي هز أركان علم المناعة في السنوات الخمس عشرة الأخيرة.

وهذه القبضة الشديدة التي يُحكمها النبيت الجرثومي على نظامنا المناعي تبدأ في وقت مبكر جدا: منذ الولادة، حين تأخذ البكتيريا في احتلال الأمعاء، التي تكون إلى ذلك الوقت معقمة. وفعلا، فقد تبين أن النبيت الجرثومي يتحكم في نضج النظام المناعي للوليد. وهذا بالذات ما كشفت عنه دراسة عن الجرذ نشرها سنة ٢٠٠٥م الفريق الأمريكي لـ«سركيس مزمانيان» (Sarkis Mazmanian)، وأصبحت منذ ذلك التاريخ مرجعا في علم المناعة. فقد كتب مؤلفوها يقولون: "لاحظنا، في تلك الأبحاث، أن البكتيريا المعوية (واسمها العلمي باكتيرويد فراجيليس «Bacteroides fragilis») هي التي توجه النضج الفيزيائي والخلوي للنظام المناعي".

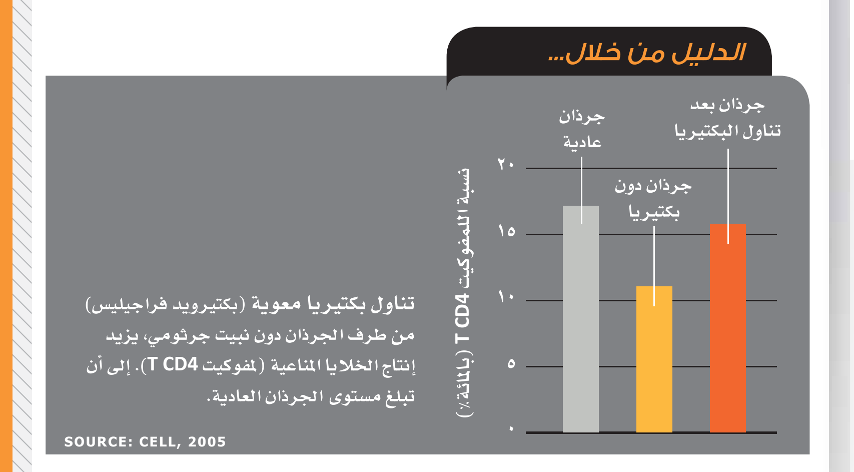
وبشكل أدق، لاحظ الفريق أن تلك البكتيريا تُنتِج مادة، تسمى بي إس أي (PSA) تؤدي إلى "نِسبة عادية من الخلايا اللمفاوية +T CD4 «وهي خلايا مناعية مخصوصة»، وتؤدي إلى الحفاظ على النِّسب بين مختلف أنماط الخلايا اللمفاوية T، كما تؤدي إلى نمو الأجهزة اللمفاوية «التي تتطور فيها الخلايا المناعية»".

تعطيل الحساسيات

ولا يتوقف الأمر عند هذا الحد! فتأثير النبيت الجرثومي في دفاعاتنا المناعية لا يقتصر على سَنَتَيّ الحياة الأوليين أو السنوات الثلاث الأولى الضرورية لنضوج مناعتنا! وفعلا، فإن دراسات كثيرة بينت أن الجرثوم المعوي ينظم أيضا نشاط النظام المناعي عند البالغين. ويتم هذا، خاصة، عن طريق البكتيريا القادرة على تعطيل الالتهاب، أو على إثارته (علما أن الالتهاب استجابة مناعية).

وفي سنة ٢٠٠٨م، لاحظ فريق سركيس مزمانيان أن البكتيريا المسماة باكتيرويد فراجيليس تحفز تطور خلايا مناعية معدِّلة، تكبح عدائية النظام المناعي. وقد توصلت دراسات أخرى حديثة، نشرها في يونيو ٢٠١٥م فريق فرنسي ياباني، إلى أن الجرثوم المعوي ينظم أيضا بروز الحساسيات، فيقوم، تحديدا، بتعطيل الخلايا المناعية المسؤولة عن انطلاق تلك الاضطرابات. ومن هنا، فإن سيطرة الجراثيم على دفاعاتنا الطبيعية تبلغ حدا "يصبح معه الاختلال في تنوع النبيت الجرثومي قادرا على أن يربك أداء الدفاعات الطبيعية، وقادرا على أن يؤدي إلى أمراض خطيرة أحيانا، مثل التصلب المتعدد"، كما يقول جيرار إيبيرل (GérardEberl) مدير تلك الأبحاث.

الدليل من خلال...



تناول بكتيريا معوية (بكتيرويد فراجيليس) من طرف الجرذان دون نبيت جرثومي، يزيد إنتاج الخلايا المناعية (لمفوكيت T CD4). إلى أن تبلغ مستوى الجرذان العادية.

SOURCE: CELL, 2005



البطن يتحكم في... في إيقاعاتنا الحيوية وفي نومنا

حتى لو كنتَ من أكثر الناس فوضوية، ولا تحمل قط ساعة، فثمة ساعة لا تنفصل عنها أبدا: هي ساعتك الباطنية. وهذه الساعة الحيوية تتحكم في أشياء كثيرة منها تعاقب فترات النشاط والنوم. وهنا أيضا تحضر البكتيريا المعوية لتُسمِع صوتها في هذه الآلة المحكمة.

يقول إيران إيليناي (Eran Elinay)، الباحث في علم المناعة: "إن النبيت الجرثومي يؤثر في الآلية الجزيئية التي تتحكم في الإيقاعات اليومية وفي السلوك المرتبط بالنوم لدى الثدييات. ولذلك، فالظاهر أن للنبيت الجرثومي تأثيرًا في دورة النوم/اليقظة عند المضيف، وإن كانت الأدلة القاطعة على هذا التأثير لم تتوفر بعد".

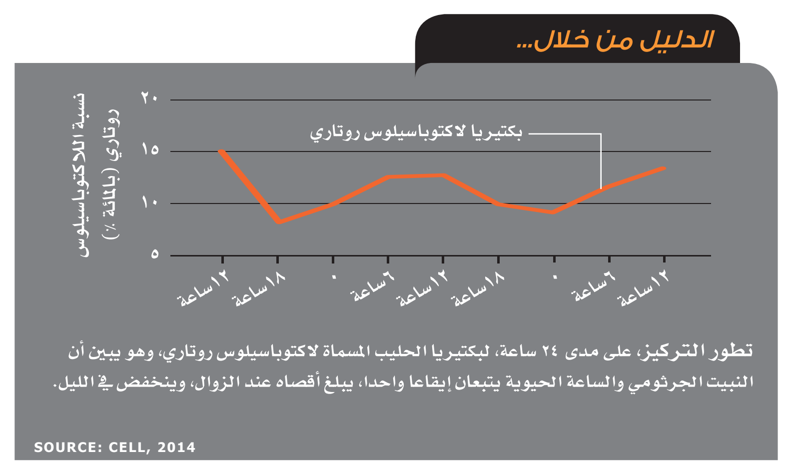
في سنة ٢٠١٣م لاحظت إحدى الدراسات أن قوارض رُبِّيت في وسط معقم، وخالية من أي نبيت معوي كانت تعاني من نقص حاد في ملامح جينات ساعتها الباطنية. وبعبارة أخرى، فإن ساعتها كأنما هي «متوقفة عن العمل» بسبب غياب النبيت الجرثومي. وعلى النقيض من ذلك، لاحظ الباحثون أن البكتيريا المعوية تُنتِج بشكل طبيعي جزيئات -وتحديدا أحماضا دهنية قصيرةَ السلاسل- يبدو أنها قادرة على «إعادة تشغيل» الآليات الحيوية للساعة الباطنية، بإجراء تعديل مباشر على ملامح جيناتها.

وربما كان للنبيت الجرثومي أيضًا دور في حدوث نوم مريح... لماذا؟ لأن جودة ليالينا تتأثر بإنتاج الميلاتونين، وهو هرمون معروف بقدرته على تيسير النعاس. ولكن، لصناعة الميلاتونين، يحتاج جسدنا إلى السيراتونين. والحال أن السيراتونين يُصنَع بنسبة ٩٥٪... في مستوى الأمعاء، بتأثير النبيت الجرثومي! ذلك، أن البكتيريا تصنعه باستخدام حمض أميني اسمه «تريبتوفان».

المادة الأولية لهرمون النوم

لكي ننام جيدا، يحسن بنا إذن أن نحمل التريتوفان إلى جرثومنا المعوي، وذلك باستهلاك أغذية غنية بتلك المادة، مثل الموز، والحليب، والديك الرومي، والأناناس، والبيض، والتمر، والجوز، والخس. ولكن التغذية ليست المصدر الوحيد للتريبتوفان: فالنبيت الجرثومي يصنع بنفسه جزءا كبيرا منه. وهذا ما يؤكد مرة أخرى أن بكتيرياتنا لها سلطة واضحة على «المادة الأولية» لنومنا.

الدليل من خلال...

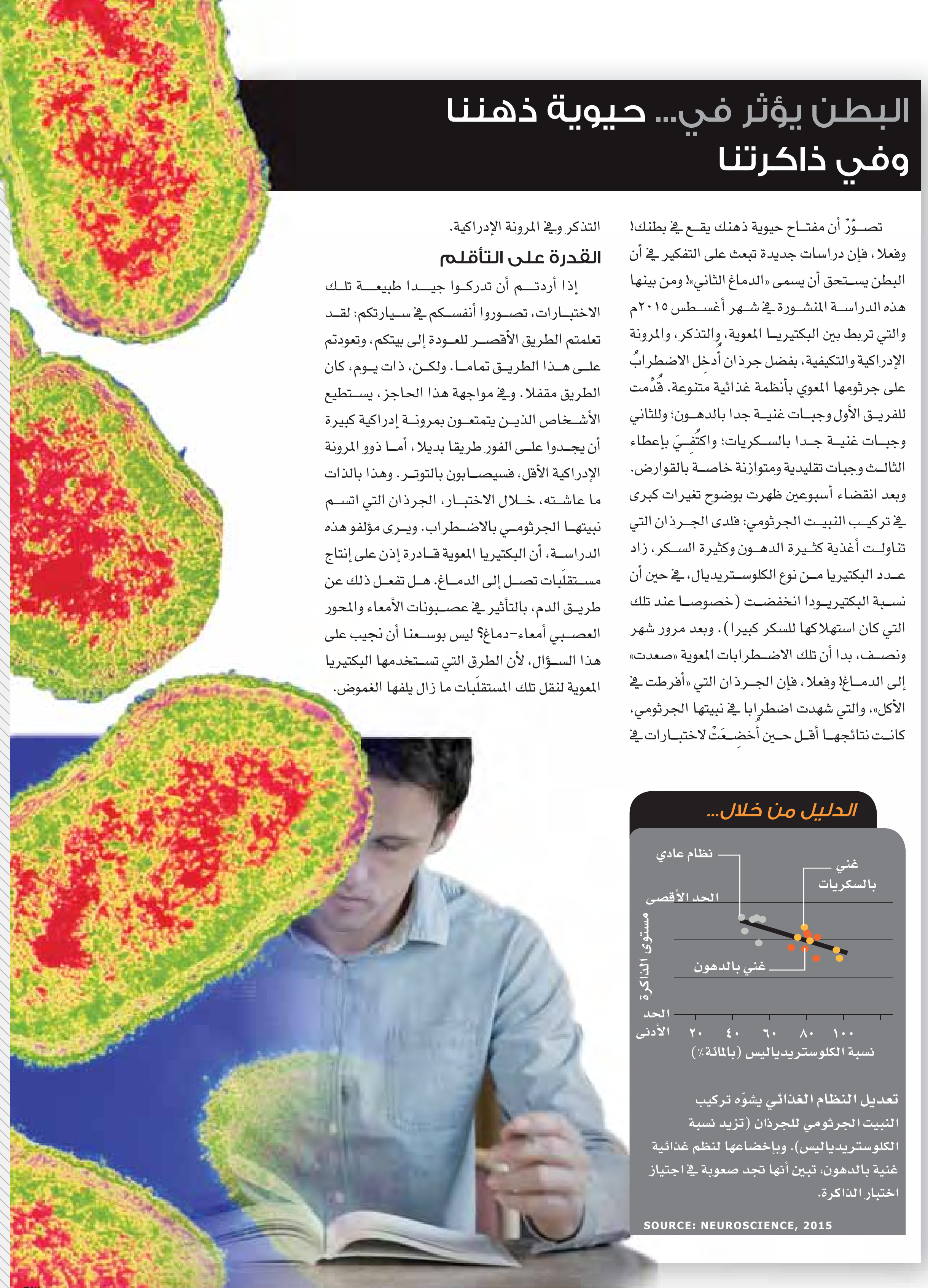


تطور التركيز، على مدى ٢٤ ساعة، لبكتيريا الحليب المسماة لاكتوباسيلوس روتاري، وهو يبين أن النبيت الجرثومي والساعة الحيوية يتبعان إيقاعا واحدا، يبلغ أقصاه عند الزوال، وينخفض في الليل.

SOURCE: CELL, 2014


SPL/COSMOS - PLAINPICTURE - AGE FOTOSTOCK - SPL/COSMOS - M.KONTENTE

البطن يؤثر في... حيوية ذهننا وفي ذاكرتنا



تصـوّرْ أن مفتـاح حيوية ذهنك يقـع في بطنك! وفعلا، فإن دراسات جديدة تبعث على التفكير في أن البطن يسـتحق أن يسمى «الدماغ الثاني»! ومن بينها هذه الدراسـة المنشـورة في شـهر أغسـطس ٢٠١٥م والتي تربط بين البكتيريـا المعوية، والتذكر، والمرونة الإدراكية والتكيفية، بفضل جرذان أُدخِل الاضطرابُ على جرثومها المعوي بأنظمة غذائية متنوعة. قُدِّمت للفريـق الأول وجبـات غنيـة جدا بالدهـون؛ وللثاني وجبـات غنيـة جـدا بالسـكريات؛ واكتُفِـيَ بإعطاء الثالـث وجبات تقليدية ومتوازنة خاصـة بالقوارض. وبعد انقضاء أسبوعين ظهرت بوضوح تغيرات كبرى في تركيـب النبيـت الجرثومي: فلدى الجـرذان التي تناولـت أغذية كثـيرة الدهـون وكثيرة السـكر، زاد عـدد البكتيريا مـن نوع الكلوسـتريديال، في حين أن نسـبة البكتيريـودا انخفضـت (خصوصـا عند تلك التي كان استهلاكها للسكر كبيرا). وبعد مرور شهر ونصـف، بدا أن تلك الاضـطرابات المعوية «صعدت» إلى الدمـاغ! وفعلا، فإن الجـرذان التي «أفرطت في الأكل»، والتي شهدت اضطرابا في نبيتها الجرثومي، كانـت نتائجهـا أقـل حـين أُخضِـعَتْ لاختبـارات في التذكر وفي المرونة الإدراكية.

القدرة على التأقلم

إذا أردتـم أن تدركـوا جيـدا طبيعـة تلـك الاختبـارات، تصـوروا أنفسـكم في سـيارتكم: لقـد تعلمتم الطريق الأقصـر للعـودة إلى بيتكم، وتعودتم علـى هـذا الطريـق تمامـا. ولكـن، ذات يـوم، كان الطريـق مقفلا. وفي مواجهة هذا الحاجز، يسـتطيع الأشـخاص الذيـن يتمتعـون بمرونـة إدراكية كبيرة أن يجـدوا علـى الفور طريقا بديلا، أمـا ذوو المرونة الإدراكية الأقل، فسيصـابون بالتوتـر. وهذا بالذات ما عاشـته، خـلال الاختبـار، الجرذان التي اتسـم نبيتهـا الجرثومـي بالاضـطراب. ويـرى مؤلفو هذه الدراسـة، أن البكتيريا المعوية قـادرة إذن على إنتاج مسـتقلَبات تصـل إلى الدمـاغ. هـل تفعـل ذلك عن طريـق الدم، بالتأثير في عصـبونات الأمعاء والمحور العصـبي أمعاء–دماغ؟ ليس بوسـعنا أن نجيب على هذا السـؤال، لأن الطرق التي تسـتخدمها البكتيريا المعوية لنقل تلك المستقلَبات ما زال يلفها الغموض.

الدليل من خلال...

تعديل النظام الغذائي يشوّه تركيب النبيت الجرثومي للجرذان (تزيد نسبة الكلوستريدياليس). وبإخضاعها لنظم غذائية غنية بالدهون، تبين أنها تجد صعوبة في اجتياز اختبار الذاكرة.

SOURCE: NEUROSCIENCE, 2015

البطن يقلب... صفتنا الوراثية إلى جهة الأم

أتظن أنك أشبه بأمك منك بأبيك؟ إن هذا لا يقع في ذهنك فقط... بل لعله يقع من ناحية بطنك! إن البكتيريا التي تسكن أمعاءنا، خلافا لجيناتنا، ليست نتيجة قسمة عادلة بين أبوينا: بل تأتي في غالبيتها الساحقة من جهة الأم.

فالنساء ينقلن نبيتهن الجرثومي إلى أبنائهن عند الوضع، ولكن أيضا أثناء الرضاع (فحليب الأم يحوي عددا كبيرا من الجرثوم المعوي)، وإذا صدقنا الدراسات المتزايدة، فهذا الجرثوم ينتقل أيضا خلال نمو الجنين داخل الرحم. فالغذاء، وتناول المضادات الحيوية، والالتهابات... وكل ما يؤثر في النبيت الجرثومي للمرأة يمكنه أن يؤثر في النبيت الجرثومي لأبنائها مستقبلا. وتؤكد كِييرْسْتي أغارد (Kjersti Aagaard)، الأستاذة المشاركة في قسم أمراض النساء والولادة بجامعة بايلور (الولايات المتحدة الأمريكية): أن "للأم تأثيرا مهما في النبيت الجرثومي لطفلها".

إرث باق

بما أن النبيت الجرثومي الذي يختص به كلُّ فرد يؤثر في سمات كثيرة يتسم بها مادية ومعنوية، بإمكانه أيضا أن يؤثر في نقل تلك السمات من الآباء إلى الأبناء وبذلك، يعزز دور الأم في الوراثة.

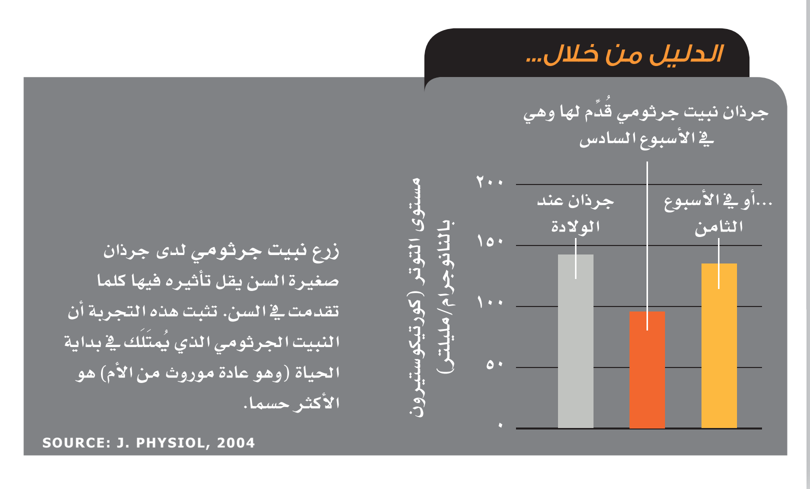
إلى حد اليوم، لا شيء يجيز لنا أن نثبت ذلك بالدليل القاطع، ولكن بعض الملاحظات تقودنا إلى توقع صحته. فقد لاحظ العلماء، مثلا، تفاوتا بين وزن الموروثات الأمومية والموروثات الأبوية فيما يخص عددا من السمات، مثل السمنة، التي هي أكثر وجودا لدى الأطفال الذين تعاني أمهاتهم من السمنة، منها عند من لا يعاني من السمنة إلا أبوه. ولا شك أن هذا الاختلال يمكن أن يفسَّر بظواهر أخرى حيوية وثقافية (كالتربية الغذائية، خاصة) غير نقل النبيت الجرثومي، ولكن اختبارات نشرها سنة ٢٠١٤م باحثون أمريكان أثبتت أن الأطفال الذين يولدون لأمهات سمينات يظلون، بعد مرور سنتين على ولادتهم، يملكون نسبًا عالية من البكتيريا التي يُعتقَد أنها متورطة في الإصابة بداء السمنة. ومن هنا، فإن الجرثوم بإمكانه أيضا أن يلعب دورًا في ذلك الوضع.

هذا، على الرغم من أن الأطفال يبتعدون، بمر الزمن، عن أمهاتهم... تماما كما يحدث لنبيتهم الجرثومي الذي يأخذ في التطور والغنى بحسب بيئة الفرد ونمط عيشه.

ويؤكد يورن-هندريك فايتكامب (Jörn-Hendrik Weitkamp)، الباحث في طب الأطفال بجامعة فاندربيلت (الولايات المتحدة الأمريكية) أن "النبيت الجرثومي نشيط جدًا خلال سنوات الحياة الأولى". ومع ذلك، فالملمح الجرثومي الموروث من الأم ليس انعكاسيا بشكل كلي. فلقد بينت دراسة نشرت في يناير ٢٠١٦م أن ضعف تنوع نبيت الأم المعوي لدى الجرذان، الناتج عن نقص الألياف في التغذية، يتواصل جزئيا في نسلها، حتى لو كانت تغذيتهم، منذ ولادتهم، غنية بالألياف.

وعلى كل حال، فحتى لو أمكن إجراء تغيير جذري على النبيت الجرثومي في سن الكهولة، فإن ذلك لا يلغي تماما كل الآثار التي تسبب فيها نبيت الأم الميكروبي خلال سنوات الحياة الأولى، لأن نبيت الأم، كما يقول يورن-هندريك فايتكامب: "يمارس في ذلك الوقت تأثيره في مرحلة خطيرة من مراحل نمو الأعضاء والنظام المناعي". وقد أيدت هذه النتيجةَ تجاربُ كثيرة أجريت على القوارض، منها على سبيل المثال، التجربة التي قام بها باحثون يابانيون على جرذان مولودة دون بكتيريا: فتبينوا أنها كانت تتصف بتوتر حاد، لم يفلح زرع نبيت جرثومي سليم، بعد ولادتها بثلاثة أشهر، في التخفيف منه.

الدليل من خلال...



زرع نبيت جرثومي لدى جرذان صغيرة السن يقل تأثيره فيها كلما تقدمت في السن. تثبت هذه التجربة أن النبيت الجرثومي الذي يُمتَلَك في بداية الحياة (وهو عادة موروث من الأم) هو الأكثر حسما.

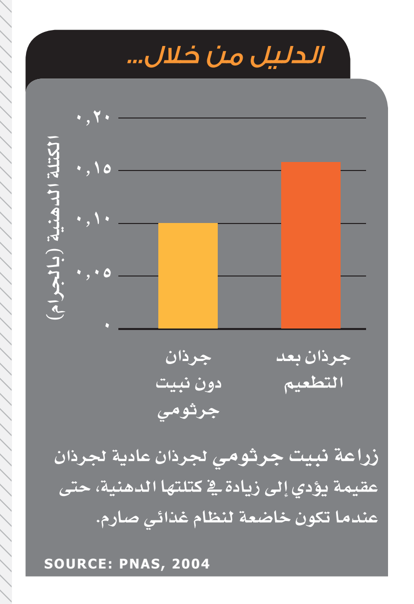
SOURCE: J. PHYSIOL, 2004

P.CANI/LDR - A.S.BTA/PLAINPICTURE - M.KONTENTE

البطن يفرض... رصيدنا من الطاقة، ونموَّنا، وزيادة وزننا

هل لديك ميل مزعج إلى البدانة؟ يثبت العلماء بصورة تزداد دقة يوما بعد يوم أن لذلك صلة مباشرة بتأثير جرثومنا المعوي! وفي هذا السياق، بين جفري جوردون (Jeffrey Gordon) وفريقه، سنة ٢٠٠٤م، أن بكتيريا البطن تساعد على تخزين الدهون. وقد لاحظوا في البداية باستغراب أن الجرذان الخالية من النبيت الجرثومي، التي تتلقى النبيت الجرثومي لجرذان سليمة، تشهد كتلتها الدهنية ارتفاعا بنسبة ٦٠٪، رغم أنها كانت، في ذلك الوقت، تخضع لتقييدات غذائية. وبعد ذلك، أثبتوا في دراسة ثانية، أن الأمر يتوقف على تركيب ذلك النبيت الجرثومي! وعند تحليل الباحثين لجرثوم أشخاص مصابين بالسمنة لاحظوا أن لهذا الجرثوم نسبةً من بكتيريا متينات الجدار (الفيرميكوتات) أكثر ارتفاعا من جرثوم أشخاص نحيفين، ونسبةً من العصوانيات (البكتيريودات) أقلَّ (فنسبة متينات الجدار/العصوانيات تبلغ ٥/٩٥ عند المصابين بالسمنة، مقابل ٣٠/٧٠ عند النحيفين). كما لاحظوا أنه بدون البكتيريا المعوية، يستحيل أن نستخلص الطاقة من الألياف الغذائية؛ وأن ننتج فيتامينَيّ «ك» و«ب»، وهما ضروريان لنمو الخلايا أو التخثر؛ كما يستحيل علينا أن نستخلص من تلك الألياف الأحماضَ الدهنية قصيرة السلاسل، وهي مصدر من مصادر الطاقة، ومعدِّلٌ لدفاعاتنا الطبيعية. كل هذه المواد إما أن تنقص وإما أن ينتجها الجرثوم المعوي. وأخيرًا، فإن الباحثين يعتقدون أن النبيت الجرثومي يعدّل أيضا نمونا على نحو مباشر. ويقول فرانسوا لولييه (François Leulier)، الخبير في علم الأحياء بالمدرسة العليا للمعلمين بليون (فرنسا): "لقد أثبتنا أن طبقات معينة من بكتيريا الحليب المسماة لاكتوباسيلوس بلانتاروم تزيد من نشاط النظام الهرموني الذي يتحكم في نمو الأطفال".

الدليل من خلال...



زراعة نبيت جرثومي لجرذان عادية لجرذان عقيمة يؤدي إلى زيادة في كتلتها الدهنية، حتى عندما تكون خاضعة لنظام غذائي صارم.

SOURCE: PNAS, 2004

البطن يتحكم في... جوعنا وفي الأغذية التي نريد أن نتناولها

نفضل أحيانا الأطباق الحلوة، ولا نميل إليها أحيانا أخرى. يعجبنا هذا المشروب حينا، ولا نستسيغه حينا آخر... إن رغبتنا في عدد من الأغذية ونفورنا من عدد آخر مرتبطان بلا شك بثقافتنا وتربيتنا. ولكنها أيضا، أمور تتقرر في أعمق أعماقنا: أي في بطننا، حيث تعيش مليارات البكتيريا، اكتشف الباحثون، منذ حوالي عشر سنوات، أنها يمكن أن تبلغ حدًا تصبح فيه هي التي تملي علينا سلوكنا الغذائي.

ففي أواخر سنة ٢٠١٥م، أثبت فريق سيرجي فاتيسوف (Sergueï Fetissov) من المعهد الوطني للصحة والبحث الطبي، بجامعة روان (فرنسا) -وهو من الرواد في هذا المجال- أن إحساسنا بالجوع والشبع يتأتى مباشرة من شهية بكتيرياتنا المعوية! ويقول سيرجي فيتيسوف: "تثبت أبحاثنا التي أجريناها على بكتيريا إي. كولاي (E. coli) مزروعةً في أنابيب اختبار وعلى الفأر، أن تلك البكتيريا المعوية، حين «تشبع»، تنتج بروتينات تحفز على إنتاج هرمونات الشبع «الببتيدات واي واي...» (peptide YY...)؛ التي تعطي الدماغ إشارة إلى أن الوقت حان ليتوقف عن الأكل".

بكتيريا تفضل الشوكولاتة

ويزداد استغرابنا حين نعلم أن أغذيتنا المفضلة يمكن أيضا أن تكون الأغذية التي تفضلها بكتيرياتنا! وإضافة إلى بدء تناول الأغذية وإنهائه، فربما كانت بكتيريا نبيتنا الجرثومي تفرض علينا، بالفعل، «اختياراتها» للمواد الحلوة أو الدسمة أو الشوكولاتة؛ وذلك "بالتحكم فينا لدفعنا إلى أكل ما يساعد على نموها، وإن كان ذلك مضرا بصحتنا!"، كما تقول أتينا أكتيبيس (Athena Aktipis)، الباحثة الأمريكية (بجامعة ولاية أريزونا)، المؤلفة المشاركة لهذه الأطروحة المدهشة. ذلك، أن بكتيرياتنا المعوية لها حاجات غذائية تختلف باختلاف نوعها. وعلى هذا النحو، فإن البكتيريا المسماة بريفوتيلا تدفعنا أكثر إلى السكريات، في حين تدفعنا بكتيريا البيفيدوس إلى الألياف الغذائية.

وتضيف أتينا أكتيبيس: "تشير جملة من التحاليل في مجال التطور إلى أن الجراثيم، التي تستطيع أن توجه السلوك الغذائي لمضيفها لصالحها، تتمتع بميزة تكيفية على غيرها". فهذه البكتيريا، لكي تحقق هدفها، تستطيع إما أن تولّد رغبات في أغذيتها «المفضلة»، وإما أن تنشئ شعورا بالكره إلى أن تستهلك تلك الأطباق. وهذا ممكن بفضل آليات كثيرة، "من بينها إنتاج هرمونات تبعث على الجوع أو الشبع، وإنتاج ذيفان (توكسين) تفسد

الدليل من خلال...

حقن جزيْئات أفرزتها البكتيريا إي كولي لدى فئران مُجوَّعة يعدل شهيتها. وإذا كانت تلك الجزيْئات مستمَدّة هي نفسها من خلايا مجوّعة، فإن تلك الفئران تأكل (بالأصفر) ضعف ما تأكله الفئران الشبعانة (بالبرتقالي).

SOURCE: CELL METAB, 2015

SPL/COSMOS - P.TOURNEBOEUF/TENDANCE FLOUE - M.KONTENTE

البطن يحدد... السرعة التي نشيخ بها

نظـرت إلى الحياة فلـم أجدها سـوى حلم يمر ولا يعـود. إذا صـدقنا الباحثـين فـإن هـذا الوضـع يخص أيضـا أنواعا كثيرة مـن البكتيريا التي يتكون منهـا جرثومنـا المعـوي. فقد انكـب الباحثـون على محتوى أمعاء أسـلافنا، ولاحظوا أن التقدم في السن يرافقه غالبا نقص في اسـتقرار الجرثوم البكتيري، وخصوصـا في تنوعه. ويفسـر ذلك بول أوتول (Paul O'Toole)، أسـتاذ علـم الأحيـاء الدقيقـة، بجامعة كـورك بإيرلندا، فيقول: "يتم هـذا التعديل تدريجيا ويشتدّ خاصة إذا صار النظام الغذائي أقل تنوعا".

غـير أن مـا اكتشـفه هـذا العـالم، هـو أن الشـيخوخة، إن كانـت سـبب تدهـور نوعيـة نبيتنـا الجرثومـي، فإنهـا يمكن أيضـا أن تكـون نتيجة من نتائجـه. فالبكتيريـا التـي تؤثث أمعاءنا قـادرة على تسـريع شـيخوختنا المحتومة! ومنذ قرن، أبدى عالم روسي اسـمه إيلي ميتشنيكوف (Elie Metchnikoff) شـكوكا في أن الشـيخوخة يمكنها أن تكون ناتجة عن «تسـمم ذاتي» معوي تحدثـه جراثيمنا... ولئن كانت بعض الأنواع السـامة مثل المطثية (كلوسـتريديوم) هي التي اعتُبِرت مسـؤولة عن ذلك، فإن الأمور تبدو أقل حسما اليوم.

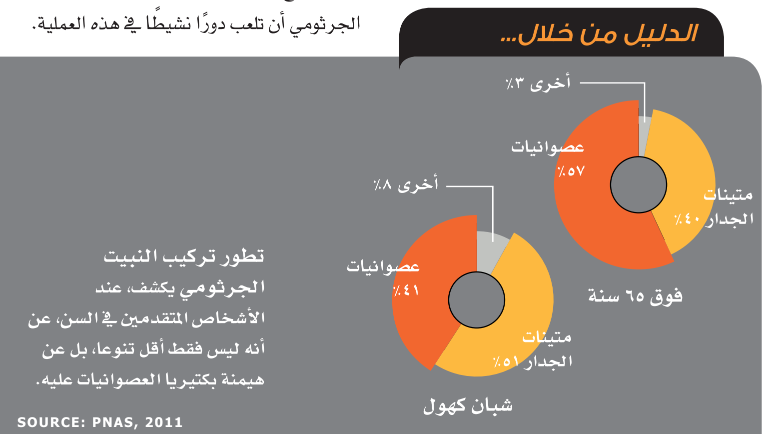
فقدان الوظائف

يؤكد بول أوتول أنه "من العسـير علينا أن نربط على نحو مباشر بين الشيخوخة ونوع خاص من أنواع البكتيريـا. ولكن من الواضـح أن الجرثوم البكتيري الذي تعوزه بعض الأنواع، يكون أكثر ميلا إلى التسبب في فقدان متسارع للوظائف المرتبطة بالشيخوخة".

فكيف تسـتطيع بكتيريا بهذا الحجم الصغير أن تلعب دورا في تضـاؤل قوتنا؟ يجيب بول أوتول قائلا: "إن القدرة الأيضية (الاستقلابية) الكلية لبكتيريا الأمعـاء تقلّ. ومن هنـا، فإن «المصـنع» الطبيعي في أمعائنـا لا يعـود بوسـعه أن يصـنع أحماضـا دهنية قصـيرة السلاسـل، مثل البوتـيرات والفيتامينات. وبهذا يتسرب إلينا الوهن".

والنتيجـة: هـي أن النبيـت الجرثومـي يؤثـر في الحالـة الالتهابيـة لمضيفه ويسـتطيع أن يجعلـه أقـل مقاومـة. ولا يقـف الأمـر عنـد هذا الحـد. إذ يـرى الباحث "أننا نشـيخ أيضـا لأننا نجد صـعوبة أكـثر فأكـثر في تحويـل البروتينـات إلى عضـلات. وفعلا، فإننـا نعتقد أن افتقـار البكتيريا المعوية لدى الأشـخاص المسـنين يجعل أمعاءهم أقـل قدرة على امتصـاص البروتينـات". وبناء على ذلـك، النبيت الجرثومـي يلعـب دورا نشـيطا في ظهـور ما يسـمَّى «ضمور اللحم».

وأخيرا، جاءت رصاصة الرحمة: فهذا الجرثوم يمكنه أيضـا أن يكون مسـؤولا عن فقـدان الوظائف الإدراكية (انظر الوحدة المتعلقة بالذاكرة، ص٢٣). ويضـيف بول أوتول: "إن الوظائف الإدراكية مرتبطة جزئيـا بمـا يسـمى بمحـور الدماغ-الأمعـاء. وهي، تضـعف ببـطء، عـادة، إلا أن ذلـك الضـعف يمكن أن يتسـارع. ويمكن لمركبات سـامة يصـنعها النبيت الجرثومي أن تلعب دورًا نشيطًا في هذه العملية.



تطور تركيب النبيت الجرثومي يكشف، عند الأشخاص المتقدمين في السن، عن أنه ليس فقط أقل تنوعا، بل عن هيمنة بكتيريا العصوانيات عليه.

SOURCE: PNAS, 2011



مزاجنا، أو تشـويه اللاقطات الذوقية، أو الإشـارات العصبية بين المعي والدماغ".

وتشـير أبحاث أخرى، نشـرها فريـق فيليب دي تيمـاري (Philippe de Timary) مـن جامعـة لوفان الكاثوليكية، إلى أن بكتيرياتنا المعوية بإمكانها أيضا أن تفسـر لنـا لمـاذا يحب بعضنـا الكحـول أكثر من المتوسـط (دون أن يصـبحوا مع ذلك مدمنين)! وفي هذا السـياق يقول فيليب دي تيمـاري: "إن أعمالنا، التي أنجزت في الأصل لتعميق معرفتنا بالإدمان على الكحول، تشـير إلى أن الاختـلال في تركيب الجرثوم ونشـاطه يمكن أن يـؤدي إلى الزيـادة في الرغبة في تنـاول الكحول". ومـن هنا، جاءت الفرضيـة -التي لم تدرس بعد- والقائلة بأن الأشخاص غير المدمنين أيضـا، يتوقـف اشـتهاء الكحول لديهـم على تركيب الجرثوم المعوي.

النبيت الجرثومي يفتح الطريق لطب جديد

إن القدرات الخارقة التي يتوفر عليها بطننا تعطي الأطباء أفكارا تتزايد باستمرار. وسواء في مجال الوقاية أو في مجال المعالجة، تتقدم البحوث بوتيرة متسارعة، وتحقق إلى حد الآن نتائج مذهلة.



> إن تحليل الجرثوم المعوي ثم التلاعب بتركيبه يمكن أن يشكل في المستقبل القريب طريقة رائجة من طرق الوقاية.

A.BROOKES/SPL/COSMOS

تعديل الأيض، إنضاج النظام المناعي... في الوقت الذي بدأنا نقيس فيه درجة إسهام بكتيرياتنا المعوية في جل الوظائف الحيوية الضرورية لبقائنا على قيد الحياة، ندرك، بالتوازي، حجم الإساءة التي تلحق بها جراء نمط عيشنا الحديث.

ولننطلق من التغذية: فالمفروض أنها تغذي خلايانا، كما تغذي بكتيرياتنا. ولكن التغذية الدسمة، والمحلاة، والفقيرة في الألياف التي صرنا نلتهمها منذ بضع عشرات من السنين لا تلائمها البتة! وإضافة إلى ذلك، فإن "بعض المواد المضافة الموجودة في الأغذية الصناعية تبدو مضرة"، كما يؤكد غابريال بيرلموتر (Gabriel Perlemuter)، من قسم التهاب الكبد وأمراض الجهاز الهضمي، بمستشفى أنطوان-بيكلير (أو-دي-سين، فرنسا).

والأمر نفسه بالنسبة إلى تناول المضادات الحيوية، التي تهاجم بلا رحمة ولا شفقة كل أشكال الحياة البكتيرية، أو بالنسبة إلى الإفراط في النظافة، الذي يبدو أنه مسؤول عن انخفاض في استيطان أمعائنا.

ويمكننا أن نبدي الملاحظة نفسها بالنسبة إلى الأطفال الذين تتم تغذيتهم بالحليب الاصطناعي، وبذلك يُحرَمون من ملايين البكتيريات الموجودة في حليب الأم. أو بالنسبة إلى أولئك الذين ولدوا ولادة قيصرية، وعددهم اليوم في ازدياد مستمر، وتلقوا نبيتا جرثوميًا أقل تنوعا من الذي تلقاه الأطفال الذين حظوا بولادة طبيعية، وتعرضوا للبكتيريات الرحمية والمعوية لأمهاتهم.

لا داعي للخوف من البكتيريا

النتيجة، أن الجرثوم المعوي لسكان البلدان المتقدمة يبدو متهالكا. وقد دلت دراسات كثيرة على أنه أقل ثراء من جرثوم السكان الصيادين والقاطنين في تنزانيا ومنطقة الأمازون، أو الفلاحين الأفارقة. ويقول دوسكو إيرليك، الخبير في الكيمياء الحيوية: "إن شخصا من كل أربعة أشخاص في البلدان المتقدمة، يعاني من نقص في البكتيريا المعوية تصل نسبته إلى حوالي ٤٠٪. والحال أن النبيت الجرثومي ينبغي أن يكون على ما يرام، حتى يكون الجسم كله على ما يرام".

وهذا التخوف تؤكده الوقائع: داء السمنة، داء السكري، التوحد، الاكتئاب، الفصام، فقدان الشهية، الإدمان، الربو، الحساسية، التصلب المتعدد، السرطان... وحتى خارج الأمراض الهضمية، فإن اختلال البكتيريا المعوية، رُبِط بعدد مذهل من الأمراض. وفي بعض الأحيان يكون الرابط قويا بشكل استثنائي. إذ يؤكد روب نايت، مدير مختبر متخصص في المجموعات البكتيرية، بجامعة كاليفورنيا بسان دييغو (الولايات المتحدة الأمريكية) أن "تحليل النبيت الجرثومي يساعدنا على أن نتوقع تصل إلى ٩٠٪ خطر الإصابة بالسمنة، مقابل نسبة لا تتجاوز ٦٠٪ بالنسبة إلى تحليل الجينوم".

ولا شك أن علاقة السبب بالنتيجة، بالنسبة إلى كثير من الأمراض، لم تقدَّم للبرهنة على صحتها إلى اليوم أدلة قاطعة. وكما يقول غابريال بارلموتر، فإن "عيوب النبيت الجرثومي قد لا تكون كافية للتسبب في أحد الأمراض". ومع ذلك، فقد تكاثرت الدراسات التي تشير إلى أن اضطراب بكتيرياتنا المعوية يسهّل ظهور الكثير من الأمراض.

إن الحصيلة قاسية. ولكنها تشكل، في حقيقة الأمر، خبرا سارا جدا. فحين نكشف النقاب عن أمر



تسـبَّب في عـدد كبير من الأمراض التي تعصـف بنا، وظـل إلى اليوم غير معـروف، فإننا نفتـح، في الوقت نفسه، طريقا جديدا للتخلص من تلك الأمراض!

ولا شـك، أن هـذا يسـتدعي منا أن نعيـد النظر في نصـائح الوقايـة المعروفـة. فمن الواضـح، مثلا، أن الإنسـان يحتـاج دائما إلى نظام غذائـي متوازن، وخصوصا أغنى بالألياف (الحبوب الكاملة، والفواكه والخضـراوات...)؛ أو أنه ينبغي أن يكون أكثر مرونة بشـأن النظافـة، بـأن "يسـمح مثلا للأطفال بوضـع لُعَبهـم في أفواههـم" كما يقول غابريـال بيرلموتر؛ أو أخيرا، بإعطاء الأولية للرضاع، كلما كان ذلك متاحا.

كما أن الأطبـاء مدعوون إلى أن يغيروا، أكثر من ذي قبـل، بعض ممارسـاتهم، بالحد من اسـتخدام المضـادات الحيوية أو العمليات القيصـرية إلى الحد الأدنى الضـروري. وفي الوقت نفسه، تعمل المختبرات مـن جهـة، علـى المضـادات الحيويـة القـادرة علـى التعـرف، تحديدا، على الحمض النـووي لبعض أنواع البكتيريا المسـببة للأمراض، تجنبـا لإتلاف مجموع جرثومنـا المعوي؛ وتختـبر، من جهة أخـرى، إمكانية تطبيع النبيـت الجرثومي للأطفـال المولودين بعملية قيصرية، بتعريضـهم للسوائل المهبلية لأمهاتهم، فور ولادتهم، بمساعدة قطعة من الشاش.

التلاعب بالنبيت الجرثومي

ولكـن الوقايـة قـد لا تقتصـر، مسـتقبلا، علـى تعزيـز النصـائح الراهنة. فجون كريـان، الخبير في علـم العقاقـير العصـبي، بجامعة كوليـج دي كورك (إيرلنـدا)، يتوقـع أن "الناس سـيقومون بتحليـل جرثومهـم المعوي بانتظـام". ويعقب دوسـكو إيرليك في حماس بـأن "النبيـت الجرثومـي سيسـمح لنـا بـأن نتصـرف، في حـين أننا، اليـوم، لا نسـتطيع أن نفعـل الكثـير حين نكتفـي بتحديد عوامـل الخطر في الجينوم".

كيـف ذلك؟ لقد ركز العلمـاء جهودهم على هذا الجانـب بالذات. ووضـعوا، على المحـك، عددا كبيرا من الوسائل الجديدة، سواء كانت وقائية أو علاجية، لتكون، في عهد قريب، في متناول الجميع.

توجـد بطبيعة الحـال الطريقة القديمـة للأدوية الكيميائية. وهي تقوم على تعويض اصطناعي للنقص في جرثومنـا المعـوي، بحيـث إن مشـاكله تفصـل ←

← عن مشاكلنا. بأن نضيف مثلا الجزيئات التي لا يعود جرثومنا قادرا على إنتاجها بكميات كافية، أو، على العكس من ذلك، بأن نزيل الآثار التي تتركها الجزيئات الزائدة عن الحاجة التي ينتجها.

أثبتت هذه الطريقة الثانية جدواها في شهر ديسمبر ٢٠١٥م: ففي هذا التاريخ اختُرع دواء يمنع البكتيريا المعوية التي حُفِّزت بنظام غذائي غني بالدهون الحيوانية، من إنتاج جُزَيْئَة تساعد على تكوّن صفائح في الأوعية الدموية، وهو ما أدى إلى تحسن صحة الأوعية لدى الجرذان التي زُوِّدت بتلك الجُزَيْئَة. وبالتالي، فإن هذا الدواء يمكن أن يستخدم للوقاية من الجلطة لدى الأشخاص المعرَّضين للخطر.

الوقاية من السمنة، والسرطان...

ولكن الثورة العلاجية الحقيقية ليست هنا، بل هي في التلاعب المباشر بنبيتنا الجرثومي. بتعهد بسيط: هو أن الأطباء، حين يحسّنون تركيبته، يصبح بإمكانهم أن يتصرفوا مباشرة في مصدر الأمراض، ويحسّنوا حالتنا الصحية بطريقة دائمة. وهذا تعهد يعمل عدد كبير من المختبرات والشركات الناشئة منذ بضع سنوات على الوفاء بمتطلباته.

وتتمثل الخطة الأولى في معالجة بكتيرياتنا المعوية بأن نزودها بمقادير كبيرة من الغذاء المفضل لديها. وهذا هو المبدأ الذي قامت عليه المواد السابقة للتكوين الجنيني، أي المكوّنات الغذائية (أساسا الألياف، مثل قليلات السكاريد الفركتوزي المتوفرة في البصل، والهليون، والحبوب...) التي يمكن أن تُتَّخذ مكملات غذائية في شكل (حبوب دوائية)، لتنشيط انتشار بكتيرياتنا الجيدة.

وقد أشار عدد كبير من الدراسات إلى آثارها المفيدة. وبيَّنت تجارب أُجْريت على نماذج حيوانية، بالدرجة الأولى، انخفاضا في الكتلة الدهنية، وتحسنا للمظهر الأيضي (انخفاض الكوليسترول، وثلاثي الغليسيريد...)، بل وحتى انخفاضا في خطر الإصابة بالسرطان. وبعد ذلك، وفي شهر فبراير ٢٠١٦م أشارت أبحاث إلى أن إغناء حليب الأم ببعض الجزيئات السابقة للتكوين الجنيني يمكن أن يعزِّز النمو، ويحسِّن الحالة الصحية لدى الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية. وأخيرا، لدى الرجال، أشارت بعض الدراسات إلى فوائد، مثل الوقاية من الإكزيما في سن الرضاع، وإلى تحيف خفيف لدى الأشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن.

أما الخطة الثانية فهي أكثر صرامة: إذ ترى أنه بدل أن نحسِّن تغذية بكتيرياتنا، يجدر بنا أن نستجلب بكتيريا جديدة إلى جسمنا.

وثمة طريقة لتحقيق ذلك، هي أن نستخدم نوعا واحدا أو أكثر من البكتيريا في شكل كبسولات، حتى تستوطن أمعاءنا. وهذا هو المبدأ الذي قامت عليه البروبيوتيك (المتممات الغذائية). وقد استخدمت الصناعة الزراعية الغذائية هذا المصطلح لبيع الزبادي ومتممات أخرى يفترض أنها تحسّن الهضم أو «تعزز الدفاعات الطبيعية». غير أن تلك المنتوجات التي لم تُعْطِ قط الدليلَ على جدواها، لم يعد أي منها اليوم جديرا بهذه التسمية في أوروبا. وثمة أخلاط بكتيرية أخرى، ما تزال في طور البحث، تبشر مع ذلك، بالاستفادة قريبا من البروبيوتيك الحقيقي. ذلك أنها بدأت تقدم أدلة مدهشة أحيانا على فاعليتها.

ويبدو مثلا أنها قادرة على الفعل في الدماغ: إذ لوحظت آثار انخفاض في التوتر وتحسُّن في المزاج (انظر ص٢٠)، وبلغ الأمر بإحدى التجارب إلى أن أشارت إلى قدرتها على معالجة التوحد!

والأكيد، أن المعطيات المتعلقة بالبشر ما تزال دون المأمول، ولكن نتائج مذهلة تم الحصول عليها سنة ٢٠١٣م عن جرذان، تم القضاء على جل أعراضها باستخدام علاج ببكتيريا تسمى بكتيرويد فراجيليس

نحو طرق جديدة للاستشفاء

زرع البراز

إن هذه التقنية المجدية ضد بعض الالتهابات، والتي تتمثل في نقل جزء من النبيت الجرثومي لشخص سليم إلى شخص مريض بفضل عينات من البراز، تم اختبارها ضد أمراض أيضية وذاتية المناعة.

نبيت جرثومي ممتاز محوَّر وراثيا

هل يمكن أن نطور أنواعا من النبيت الجرثومي الممتاز، بالاستعانة بجرثوم محوَّر جينيا للقيام بعمليات نافعة وغير مسبوقة؟ هذا ما تسعى إلى تحقيقه مختبرات كثيرة، منها مختبر فيليب لانجيلا (Philippe Langella)، الباحث في المعهد الوطني للبحوث الزراعية. ففي سنة ٢٠١٢م، عالج جرذانا مصابة بأمراض التهابية مزمنة في الأمعاء، مستخدما بكتيريا محوَّرة جينيا تنتج جزيئية مضادة للالتهاب. ولكن رصيدهم أوسع من ذلك. يقول الباحث: "عثرنا على التهابات دقيقة في التوحد، ومرض السكري، وداء السمنة... ومن هنا فبإمكاننا أن نتصور تقنية مماثلة نستخدمها في المستقبل ضد تلك الأمراض". إضافة إلى أننا إذا فهمنا على نحو أفضل آثار النبيت الجرثومي، فإن ذلك قد يساعدنا على إنتاج مواد محورة جينيا تملك طرائق عمل أخرى.

فوائد التعريض للنبيت الجرثومي للأم

إن نبيت الأطفال الذين ولدوا بعملية قيصرية ضعيف. ويعمل الباحثون على تعريضهم اصطناعيا إلى البكتيريا المهبلية للأم.

جيل جديد من المضادات الحيوية الانتقائية

لئن كانت الدعوة قائمة إلى استخدام أكثر رصانة للمضادات الحيوية، فإن المختبرات تعمل أيضا على إنتاج أدوية أقل تدميرًا للجرثوم المعوي.

البروبيوتيك (الجزيئات السابقة للتكوين الجنيني) والبريبيوتيك التي تعدل الجرثوم المعوي

البكتيريا (بروبيوتيك) أو الجزيئات التي تساعد على تكاثر جزيئاتنا (بريبيوتيك) يمكن أن تؤخذ بوصفها من متممات التغذية.



التغذية المتوازنة

التي تكون أقل دهونا، وأقل سكرا، وخصوصا أغنى بالألياف (الحبوب الكاملة، الفواكه، الخضروات)، تحافظ على ثراء الجرثوم المعوي.

يُتَناول عن طريق الفم. كما لوحظت آثار إيجابية ضد أمراض التهابية، كالوقاية من الإكزيما أو التخفيف من آلام المفاصل. ولكن أكثر النتائج كانت تحوم حول الاضطرابات الأيضية، وقد سُجِّل انخفاض في الكوليسترول، وتخفيف من الوزن، وتحسن في نسبة السكر في الدم، سواء لدى الحيوانات أو لدى البشر. وأخيرا، نشرت في شهر يناير ٢٠١٦م دراسة عن الجرذان، بينت أن تناول البروبيوتيك يَحُدُّ بنسبة ٤٠٪ من تطور أورام الكبد!

وزيادة على كل هذه الآثار المحتملة، فإن للبروبيوتيك ميزة كبرى، هي أنها: "لا تحمل إلا مخاطر قليلة للأعراض الجانبية، لأننا عشنا ←

SHUTTERSTOCK - OPENBIOME - SHUTTERSTOCK - C.PETIT TESSON/MAXPPP - M.SHIELDI/MEDIAFORMEDIA

← مع هـذه البكتيريا طوال آلاف السـنين" كما يؤكد برنـات أولي (Bernat Olle)، الخبير في علم الأحياء، مديـر فانديتا بيوسـاينس، وهي شـركة ناشـئة تطور علاجات تؤثر في النبيت الجرثومي. ويضيف: "أعتقد إذن أنها ستشـكل علاجات من الطراز الأول، سـيتم اختبارها قبل النظر في خيارات علاجية أخرى".

فمتـى إذن سـتدخل البروبيوتيك الصـيدليات؟ يجيـب غيـوم فونـد (مـن مؤسسـة فونـدا مونتال): "علينا أولا أن نتعرف على أفضـل طبقات البكتيريا التي ينبغي أن نعطيهـا لكل مريض، وأن نحدد الكمية والوتـيرة التي يجب أن نصـرفها له". ويقتضـي ذلك معرفة أفضل بطرق عمل النظام البيئي البالغ التعقيد الذي هو جرثومنا المعوي.

الكثير من الفيروسات والخمائر تستوطن الأمعاء

شعب آخر، غير معروف، يحتل أمعاءنا: هو الفيروسات. وقد اكتشفه علماء الأحياء الدقيقة أثناء تتبعهم لمجموع الحمض النووي الموجود في الجهاز الهضمي. وتقول ماري-أنييس بوتي (Marie-Agnès Petit)، من المعهد الوطني للبحوث الزراعية، وهي مؤلفة بالاشتراك لإحدى الدراسات الرائدة في هذا الموضوع: "إن هوية تلك الفيروسات مجهولة بنسبة ٩٠٪، فكأنها صندوق أسود أخذنا في فتحه". أغلب تلك الفيروسات يمكن أن تكون عاثية أو فجة (باكتيريوفاج)، أي فيروسات تصيب البكتيريا، قادرة على إقحام جينومها في جينوم مضيفها. ما تأثير ذلك في بكتيريا النبيت الجرثومي؟ تجيب الباحثة: "إنها تستطيع أن تساعد الطبقات التي تصيبها، كما تستطيع أن تدمرها". وبهذا ربما تمكّن العلماء من العثور على تفسير لاختلالات النبيت الجرثومي. وهذا بصرف النظر عن كائنات دقيقة أخرى تقيم في المعي: هي الخمائر التي لم يلتفت إليها الباحثون إلا منذ عهد قريب.

ثورة علاجية

وفي انتظـار ذلـك، تم اختبـار طريقـة ثانية على المرضـى: هي زرع البراز. أي تحويل مجموع البكتيريا المعويـة لشـخص في صـحة جيـدة إلى شـخص آخر مريض، بواسـطة تطعيم عينـة مـن الفضـلات في القولون.

وهذه التقنية مثيرة للاشمئزاز لأول وهلة، ولكنها شـهدت في السـنوات الأخيرة تطورات كثيرة لمعالجة الالتهابـات في بكتيريـا مـن نـوع المطثيـة العسـيرة، المقاومة للمضـادات الحيوية. وهو ما سـمح في الوقت نفسـه بتحليـل آثارهـا في الأمراض الأخـرى التي قد يشـكو منها المرضـى. وملاحظـة بعض التحسـن في الأعراض على شـخص مصـاب بمرض باركنسـون، وآخرين مصابين بالتصلب المتعدد والتوحد.

ولئـن كانـت هـذه الملاحظـات المتفرقـة لا تُثبِت شـيئا، فإنها قد شـجعت مع ذلك علـى إقامة تجارب سريرية تهدف إلى اختبار آثار زرع البراز في أمراض كان يُعتقَد، منذ سـنوات قليلة، أنـه لا علاقة لها البتة بأمعائنـا. وقـد نتج عن ذلـك أن عددا مـن الباحثين لاحظوا انخفاضا في الاضطرابات المرتبطة بمتلازمة الإرهـاق المزمـن، وزيادة في الحساسـية للأنسـولين (وهـو مؤشـر على الصـحة الأيضـية الجيـدة) لدى الأشـخاص الذيـن يعانـون من السـمنة. وثمة أيضـا تجارب قيد الإجراء ضـد السـكري من النوع الثاني، وأمراض مناعية ذاتية كثيرة.

إنهـا إذن ثورة علاجية واسـعة وعميقة هذه التي يبشـرنا بها التلاعـب بالجرثوم المعـوي. وعنها يقول برنـات أولي: "أعتقد أن هذه الخطة ستصـبح مجالا مهما من مجالات الطب، وستغير الممارسات".

طـب جديد يتعين علينا، بطبيعة الحال، أن ندرك حـدوده. وفي هـذا السـياق يقول غيوم فونـد محذرا: "إن المرضـى لا يكشـفون كلهم عن تشوه في النبيت الجرثومـي، ومـع هـؤلاء، قـد لا يكون للتدخـلات أي جدوى. ومن هنا، فإن العلاجات التي تمس من النبيت الجرثومي، ينبغي أن تدرج ضمن الطب الشخصي".

ويشـاطر غيـوم فونـد في تحليلـه عـددٌ كبير من الباحثـين، منهم برنات أولي، الـذي يلاحظ مع ذلك أن "الأمـر يحتـاج إلى وقـت حتـى نتعرف علـى أكثر الأشـخاص قدرة على الاستفادة من العلاج. ومن ثم، فمـن المحتمل أن تتطـور، في مرحلة أولى، أخلاط من البروبيوتيك موحدة، للجميع".

لقـد أُطلِقت التحديـات. ولكن مهما كان الشـكل الـذي سـتتخذه، إن وفـت بوعودهـا، فـإن الطـب «الجرثومي» ربما سيغير تخصصات طبية كثيرة، من علم السرطان إلى علم النفس.

لقـد أكد هيبوقـراط منـذ أربعة وعشـرين قرنا أن "أصـل كل الأمراض موجود في الأمعـاء". وها إن العلمـاء يعملون على تجسـيد هذا الحدس العبقري الصـادر عن «أبـي الطـب»: وقريبا، سـيكون البطن مفتاح صحتنا. ■

(١) STRESS, TONUS, SOMMEIL... LES SUPER-POUVOIRS DU VENTRE, Science & Vie 1183, P 48-66

(٢) ELSA ABDOUN, AVEC KHEIRA BETTAYEB, FIORENZA GRACCI, HÉLOÏSE RAMBERT



* للاستزادة

اقرأ: أهم الدراسات المذكورة في الملف، والكتب المرجعية لغابريال بيرليموتر (Gabriel Perlemuter) وباتريس دوبريه (Patrice Debré).
وشاهد: فيديوهات محاضرات جون كريان (John Cryan) وبوب نايت (Rob Knight).
الروابط المباشرة على الموقع
science-et-vie.com

الشبكات الاجتماعية لا تزيد الصداقات

إن السرعة التي نستطيع بها أن نضاعف عدد «أصدقائنا» على الشبكات الاجتماعية ونتفاعل معهم لا تعني أننا قادرون على أن نوسع صداقاتنا إلى ما لا نهاية. حيث كشفت دراسة أنجزت بالمملكة المتحدة شملت ٣٣٧٥ شخصًا تتراوح أعمارهم بين ١٨ و٦٥ سنة أن للإنسان حدًا أقصى طبيعيا لعدد الأصدقاء لا يمكنه أن يتجاوزه. ففي الفيسبوك، يبلغ معدل الأصدقاء الأكثر قربًا ١٣,٦ شخصًا، أربعة منهم مقرَّبون جدًا... كما هو الحال في «الحياة الحقيقية»! وبما أن دماغنا ووقتنا محدودان، فليس بوسعنا أن نكرِّس أنفسنا لما يفوق هذا العدد من الأشخاص. ومن هنا، فإن العلاقات الإضافية التي نعقدها عن طريق الفيسبوك لن يكون مآلها إلا أن تضاف إلى مجموع معارفنا، وعددُهم الإجمالي لا يصل عادة إلى ٥٠٠ شخص.

مجلة الجمعية الملَكية للعلوم المفتوحة (Royal Society Open Science)، يناير ٢٠١٦م.



اخفضوا الصوت![1]

كشفت دراسة أجريت مؤخرًا أن نسبة كبيرة جدًا من الشبان يرفعون صوت الموسيقى خلال سماعهم لها أكثر من اللازم. وبهذا فإنهم يمكن أن يصابوا بالصمم في حدود عشر سنوات أو عشرين سنة. واللبيب بالإشارة يفهم...

بقلم: أوريان ديو[2]



١ هل الموسيقى التي تستمع إليها مرتفعة أكثر من اللازم حقا؟

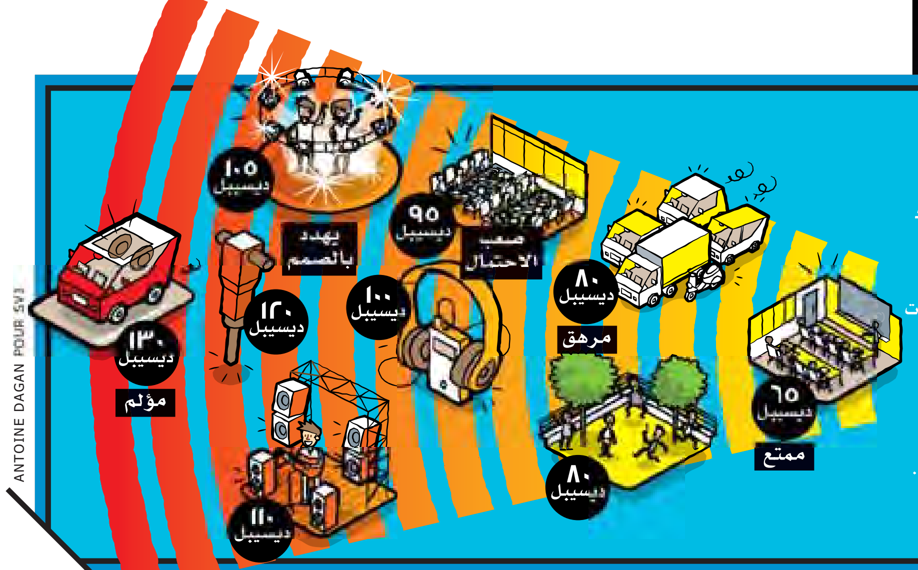
الجواب: نعم. فقد بينت دراسة أجريت حديثًا أن ربع الشبان الفرنسيين بين ١٥ و١٩ عامًا يستمعون إلى الموسيقى بصوت يعتبرونه هم أنفسهم «مرتفعا» أو «مرتفعا جدًا». ويستمر ذلك فترة طويلة: ساعة على الأقل أكثر من مرة في الأسبوع، وأحيانًا بشكل يومي. وزيادة على ذلك، فإنهم يصغون إليها مستخدمين سماعات الأذن أو سماعة رأسية، مما يجعل الأذن في اتصال مباشر مع الصوت الصادر، دون أي تخفيف من حدّته. ومنذ سنة ٢٠٠٧م، زادت هذه الممارسة ثلاث مرات في أوساط الشبان بين ١٨ و٣٥ عامًا، بسبب الزيادة الكبيرة في مبيعات جهاز مشغلات الملفات إم. بي٣ (MP3)، والهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية الأخرى. وقد جاء في التحقيق المشار إليه، أن أكثر من ٢٠٪ ممن هم بين ١٥ و٢٠ عامًا يرتادون على الأقل ١٢ مرة في السنة قاعة حفلات، أو يعزفون الموسيقى مع أصدقائهم في أقبية أو مواقف سيارات. وباختصار، في أماكن «يطلق فيها الصوت» بأقصى حدّ من مضخمات صوت كبيرة لإضفاء جو من المرح! وفرنسا ليست البلد الوحيد الذي يشهد هذه الظاهرة، فقد

إضاءة

منظمة الصحة العالمية مكلفة بحماية الصحة العامة في مختلف أنحاء الكرة الأرضية. وهي تقوم على الخصوص بجمع بيانات عن الأمراض والمخاطر الصحية التي تهدد سكان العالم، وتنشرها في تقارير علنية.

مسألة مستوى

إذا تجاوزنا ٨٥ >ديسيبل (Decibel)<، أي، تقريبًا، المستوى الصوتي لشارع فيه حركة سير قوية، يصدر صوت مدمّر للأذن. وكلما ازداد الصوت ارتفاعًا فوق هذا المستوى، ازدادت الخسائر فداحة. وهذا هو السبب الذي يجعل البقاء قرب مكبرات الصوت في الحفلات خطيرًا، حيث يستطيع مستوى الصوت أن يرتفع إلى ١٠٠ ديسيبل، وربما يبلغ في بعض الحالات القصوى ١٢٠ ديسيبل. وفي هذا المستوى، نبدأ في الإحساس بالألم. وكلما بقي الصوت مدة أطول، كانت فرصته أكبر في أن يسبب أضرارًا.



٢ لماذا تُعتبر الموسيقى المرتفعة خطيرة؟

صَـرّحت >منظمة الصحة العالمية< أن نصف الشبان بين ١٢ و٣٥ عامًا في البلدان المتقدمة (ألمانيا، إيطاليا، الولايات المتحدة الأمريكية...) أو البلدان النامية (الصين، كينيا...) يعرّضون أنفسهم لمستويات صوتية خطيرة حين يُشنِّفون آذانهم بموسيقى توصف بكونها «مضخَّمة» (انظر السؤال الثاني) عبر مُشغِّل إم. بي.٣ أو هاتف ذكي.

G-STOCK STUDIO/SHUTTERSTOCK

الجواب: لأن تلك الموسيقى تبلغ مستويات صوتية مرتفعة جدًا بسبب التضخيم الكهربائي. وتتوفر كل أجهزة البث الموسيقي على مكبِّر (أو مضخم للصوت على الأقل) يساعد على تعديل قوة الصوت. إن الموسيقى، سواء كانت في الإذاعة، أو على قرص مدمج، أو على مشغل ملفات إم. بي.٣، أو في قاعة حفلات، ليست مضخَّمة وحسب، بل هي أيضًا مضغوطة: أي إن الأصوات ذات الكثافة الضعيفة تعدَّل لتصبح في مستوى الأصوات ذات الكثافة القوية. والنتيجة، هي أن الأذن تتلقى باستمرار أصواتا عالية الكثافة. وبذلك لا تجد لحظات للراحة وتصاب بالإرهاق. وزيادة على ذلك، فإن تلك الموسيقى المضغوطة تدفع بالسامع إلى أن يرفع حجم الصوت حتى يسمع بوضوح الأصوات الضعيفة التي اختفت. والأدهى من ذلك، أن الإنسان حين يستمع إلى موسيقى تحظى بإعجابه، فإن صوتها يبدو له أقل ارتفاعا مما هو عليه في الواقع! فإذا كنا نميل عادة إلى تخفيض صوت لحن يزعجنا، فإننا على العكس من ذلك، لا نرغب في تخفيض صوت قطعة موسيقية تطربنا. كما أن الإصغاء إلى الموسيقى عبر سماعات الرأس لا يخلو من مخاطر. فحين نضع السماعات على آذاننا، نندمج معها، إلى حد أننا حين نقطع الطريق قد لا نسمع هدير السيارات العابرة. وإضافة إلى ذلك، فإننا حين نريد أن نحافظ على «شرنقتنا» الصوتية من الضجيج الخارجي، كالحافلة أو المترو، نرفع صوت الموسيقى... وهذا عين الخطأ! لأننا إذا كنا نعتقد أننا نسمع الشيء نفسه، فإن مستوى الصوت في الحقيقة أكثر ارتفاعا ويضاف إلى الصوت الخارجي.

إضاءة

الديسيبل (dB) هي وحدة القوة الصوتية (فإذا زدنا ١ ديسيبل تحصلنا على صوت أقوى بعشر مرات). ويستخدم الديسيبل لقياس الضغط المسلط على الأذنين.



> مضخمات الصوت في صندوق هذه السيارة بالغ الأناقة! ولكن حين تشغل بطاقتها القصوى، فإنها تضع آذان الركاب في خطر.



٣ ما هي مخاطر سماع الموسيقى بصوت مرتفع؟

الجواب: هي الإصابة بالصمم في حدود فترة زمنية تتراوح بين ١٥ و٢٠ سنة! وهذا التوقع لا يبعث على الارتياح. ولعلك شعرت بشيء من الصمم عند خروجك من حفل كان حجم الصوت فيه مفرط الارتفاع. في تلك الحالة، ما إن تتوقف الموسيقى، حتى يحصل لدينا انطباع بأن آذاننا انسدّت. وكأننا وضعنا فيها كرات من القطن. عندها تصبح أصوات المحادثات مختنقة، ويصعب علينا أن نميز بين المتكلمين. ويترافق هذا الشعور غالبًا مع صفير -يسمى الطنين- يشبه اهتزاز ثلاجة قديمة. وتلك إشارة تدل على أن الأذن بدأت تتأثر بشكل سلبي. ولحسن الحظ، فإن هذا الإحساس عابر وعادة ما يزول بعد أيام قليلة. ولكن يحدث أن يبقى ذلك الصفير مدة طويلة، فيسبب في هذه الحالة إزعاجًا مستمرًا. كما أنه يمكن أن يكون مصحوبًا بحساسية مفرطة للأصوات. وبهذه الصورة، فإن أصواتا عادية مثل صوت المكنسة الكهربائية أو جرس الهاتف تصبح مؤلمة، بل وحتى لا تطاق.

وإذا قضينا فترة طويلة دون أن نتخذ أي إجراء لحماية آذاننا من الضجيج، فالمؤكد أننا سنفقد حاسة السمع. والحقيقة، أن الخلايا السمعية، كلما تعرضت لأصوات شديدة الارتفاع، تضعف وتُدمَّر (انظر الرسم في الصفحة المقابلة). وهذا بالذات ما يقلق الأطباء، الذين يُحذِّرون من أن الأجيال القادمة ستصاب بالصمم في سن الأربعين!

ولعل الأصح أن نتحدث عن ضعف السمع: فهؤلاء الذين نتكلم عنهم ليسوا محرومين تمامًا من السمع، ولكنهم لا يستطيعون استيعاب محادثة في وسط صاخب. كالجَدِّ الذي يحضر غداء عائليًا زاخرًا بالنشاط، فيكتفي بالابتسام، دون أن يشارك في الحديث، وإذا سأله أحد عن شيء أجابه جوابًا بعيدًا كل البعد عن الموضوع. تخيلْ نفسك بعد عشرين سنة، في مطعم، وأنت لا تستطيع أن تفهم ما يقوله أصدقاؤك. ليس المشكلة في أنك لا تجرؤ على الكلام وحسب، بل ربما يصل الأمر إلى أن تصبح مثار سخرية الحاضرين! وباختصار، فإنك، إذا فقدت ملكة التواصل مع الآخرين، ستشعر بالعزلة. والأسوأ من كل هذا، هو أن فقدان السمع لا شفاء منه: فإذا أصيب الإنسان بالصمم، فلن يعود بإمكانه أن يستعيد قدرته على أن يسمع الأصوات بطريقة جيدة. فالطب، في عصرنا، لا يصنع المعجزات. وحتى جهاز السمع، فإنه لا يتيح لنا أن نميز بوضوح بين الأصوات في وسط صاخب.

الصمم في أوساط الشبان بين ١٣ و١٩ سنة بالأرقام

٢ المعدل المتوسط من الساعات يوميًا. هو الوقت الذي يقضونه في سماع الموسيقى مستخدمين سماعات رأسية أو سماعات الأذن.

٤٣٪ ممن حدث لهم اضطراب في السمع لم يخبروا به آباءهم.

٩١٪ يسمعون الموسيقى مستخدمين سماعات رأسية رغبة في الانعزال.

٩٧٪ يستخدمون سماعات رأسية في بيوتهم.

SOURCE : ENQUÊTE IPSOS 2015

لماذا وكيف تتلف الآذان؟

الأذن

الموجة الصوتية

القناة السمعية

SOPHIE JACOPIN POUR SVJ

٤ هل توجد وسـ

الجواب: نعم، وهي كثيرة. أولاها أن نتعلم كيف نصغي... لأجسادنا. فإذا شعرنا بأن صوتًا ما يزعجنا، فتلك علامة على أنه يمثل خطرًا على آذاننا. فالدماغ لا يدق دائما ناقوس الخطر، ولكنه حين يدقه، فليس من مصلحتنا أن نتجاهل إنذاره! علينا في تلك الحالة أن نخفض الصوت أو أن نسارع بالابتعاد عن مكبرات الصوت إلى أن يزول الانزعاج. وثمة فكرة أخرى جيدة، فقبل أن تذهبوا إلى حفل، لا تنسوا أن تضعوا في جيوبكم سدادات أُذُن تتوفر بسهولة في الصيدليات. فإذا شعرتم بأن حجم الصوت تجاوز الحد، فما عليكم إلا أن تضعوها في آذانكم. جربوها، وسترون أنكم، رغم ضعف الصوت، ستستمتعون بالحفل. وتطبيق هذه



SHUTTERSTOCK

يسود جو من المرح في هذا المقهى. ولكن إن كنت لا تسمع جيدًا مزاح الأصدقاء، وسط تلك الضجة، فلن تستمتع كثيرًا بذلك اللقاء.

قوقعة سليمة...

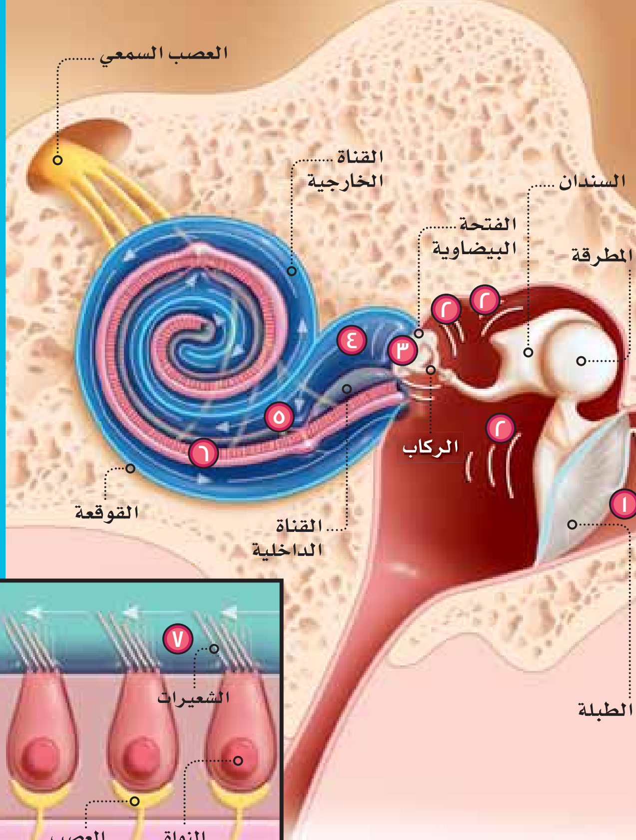
خلايا هدبية

...وبعد سماع صوت مرتفع جدًا

شظايا الخلايا

MARC LENOIR/UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER/INSERM

الصوت هو ذبذبة هوائية تنتشر في شكل موجة. وحين تصل إلى الطبلة(١) تجعلها تهتز، في حركة تشبه حركة الطنبور. وبعد هذا تُنقَل تلك الذبذبة إلى سلسلة العظيمات(٢): أي المطرقة والسندان والركاب. يضغط الركاب على الفتحة البيضاوية، وهي نوع من الغشاء المانع لتسرب الماء(٣). ثم تُنقَل ذبذبتُها إلى سائل يتخلل أنبوب القوقعة(٤). وينطوي الشكلُ الحلزونيّ للقوقعة على نظام معقد متكون من قناتين اثنتين تلتفُّ كل منهما حول الأخرى. وحين يتحرك سائل القناة الخارجية (بالأزرق)، فإنه يضغط على غشاء القناة الداخلية، الذي هو بدوره مملوء بسائل(٥)، تسبح فيه الخلايا الهدبية (بالوردي)(٦). وتحت تأثير السائل (السهام البيضاء) تتموج الشعيرات كتموج القصب عند هبوب الريح(٧). وكلما تحركت تلك الشعيرات، ترسل الخلية الهدبية إشارة كهربائية إلى العصب السمعي (بالأصفر). فيتولى نقل الرسالة إلى الدماغ، الذي يفك شفرتها ليجعلنا نسمع صوتا ما. ولكن إذا كان أحد الأصوات أقوى مما ينبغي، فإن الذبذبات المنقولة إلى السوائل والقوقعة تكون على درجة من القوة بحيث تُلحق ضررًا بالخلايا الهدبية (كما تكسرُ الريحُ العاتية أعوادَ القصب). وقد تُصلح تلك الخلايا عطبَها بنفسها أحيانًا، ولكن إذا كانت الصدمة قوية جدًا، فإنها تموت. المشكلة هي أن الخلية الهدبية إذا ماتت لا تعوَّض، خلافًا لخلايا البشرة، مثلا. وعند الولادة، نملك كمية تعادل تقريبا ٧٥٠٠ خلية هدبية في كل أذن. ولكنَّ صوتا عنيفا واحدا يمكنه أن يقضي على عشرات الخلايا الهدبية دفعة واحدة (انظر الصورة أعلاه). واعتبارًا لهذا، يجدر بنا أن نحافظ على آذاننا ونجنبها المتاعب.



...ـــائل للوقاية؟

الطريقة يكون أكثر عملية في حالة استخدام مسجل متنقل، أو هاتف ذكي، أو جهاز لوحي، لأننا نستطيع معها أن نعدل الصوت حسب رغبتنا. ولكن علينا ألا نتجاوز نصف الحدّ الصوتي الأقصى. فحين نريد أن نستمع إلى الموسيقى في الطريق أو في المترو، علينا أن نضبط حجم الصوت قبل مغادرة البيت، وألا نغيره بعد ذلك. فإذا كانت ضربات معدات البناء تفسد على المغنية الأمريكية مايلي سايروس (Miley Cyrus) ألحانها، كما تقول الأغنية، فما عليها إلا أن تبتعد عن موقع البناء! وبطبيعة الحال، ففي بعض الحالات يكون من الصعب عليك أن تبتعد عن مصدر الضجيج الخطير. من ذلك، مثلا، حين تكون في حفل، وتقترب كثيرًا من مكبرات الصوت مع الأصدقاء، فتنسدّ أذناك وتأخذان في الصفير، وهنا لا يجب أن تصاب بالذعر. فهذا أمر يمكن أن يحصل. وإذا زالت تلك الأعراض بعد ساعات قليلة أو بعد نومة مريحة، فسيكون عليك فقط أن تحتاط في المرات المقبلة. ولكن إذا استمرت تلك الأعراض من الغد، فالأمر خطير. عليك أن تخاطب أبويك في الأمر حتى يأخذاك على وجه السرعة إلى عيادة طبيب للأذن والأنف والحنجرة، متخصص في الآذان. سيأمر لك بجرعة قوية من مضادات الالتهاب حتى لا يموت عدد كبير جدًا من الخلايا السمعية. ■



SHUTTERSTOCK

V حين يرفع مشغل الاسطوانات الصوتَ، يحسن بنا أن نبتعد عن المكبرات حتى نستمتع بالحفل دون أن نعرض أنفسنا للصمم.

للاستزادة

كم يبلغ عمر آذانكم؟ افحص عنها مع هذا الفيديو على اليوتيوب (بالإنجليزية).



(١) BAISSEZ LE SON!, Science & Vie Junior 319, P 22-25

(٢) Oriane Dioux



الضوء بفضل نبتة فطر

الكائن الحي

عينة من فطر يسمى «بانيلوس» (Panellus)

الضوء

أخضر، قوّته ١٠ لومينات (ما يعادل ضوء شمعة)، ٢٤/٢٤ ساعة.

العمر المتوقع

سنوات كثيرة، بين ١٠ درجات و٣٠ درجة مئوية.

آلية العمل

يتم إنتاج الضوء بواسطة إنزيم طبيعي يوجد في نبات الفطر، ويسمى «لوسيفيراز»، ويتفاعل مع الأكسجين الموجود في الهواء.

الإضاءة الأحيائية

ها قد أصبحت الإضاءة حية[1]

وداعًا لمصابيح الشوارع التقليدية: فعمّا قريب ربما يصبح بإمكاننا أن نضيء الطرقات بواسطة أجسام مضيئة أحيائيًا. إنه لأمر رائع، وزيادة على ذلك، فإنه سيخفض نفقاتنا. هذا ما تشرحه لنا موريال فالين[2].

حين يأتي الليل، ويعم الظلام، ما هي المصادر التي نلجأ إليها لإضاءة بيوتنا ومدننا بالقدر الضروري - مع الحد من التلوث الضوئي واستهلاك الطاقة؟ في الوقت الحالي تراهن التجمعات السكنية على مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء المعروف اختصارا بالإل إي دي (LED)، وهي مصابيح مقتصدة للطاقة، كما تراهن على الإضاءة «الذكية»، عن طريق أجهزة ذات كثافة متغيرة، قادرة على تعديل كمية الضوء التي تبعثها بحسب الأوقات والحاجة.

غير أن تلك التجمعات السكنية يمكنها أن تذهب إلى أبعد من ذلك. بأن تفكر بالاستغناء تمامًا عن الكهرباء للإضاءة في الليل، وتُوكِل إضاءةَ المدن إلى أجسام حية.

هل تبدو لكم هذه الفكرة غريبة؟ هوّنوا عليكم. فساندرا ري (Sandra Rey)، وهي إحدى الباحثات الفرنسيات الرائدات المنشغلات بهذا الموضوع، ومؤسسة شركة جلويه (Glowee) الناشئة تذكر أنه "منذ قديم الزمان، كان هنود أمريكا الجنوبية يستخدمون للإضاءة حشرات مضيئة (خنافس النار)، يسمونها كوكوهوز (Cucujos)". وتروي قصص المؤرخ الإسباني قونزالو فرنانديز أوفييدو (Gonzalo Fernandez Oviedo) أن تلك الحشرات، التي كانت توضع في أقفاص، يستخدمها الهنود مصابيح داخل البيوت. فلماذا إذن... انتظرنا ستة قرون كاملة لإعادة هذه التجربة؟

إن السبب في ذلك يعود إلى أن الإضاءة الأحيائية (انظر «المصطلح») ظلت خلال فترة طويلة من الزمن أمرًا مجهولاً لم يُكشَفْ عنه النقاب. نعم، تنبه الإنسان منذ العصور السحيقة إلى وجود حشرات، أو بكتيريات، أو أنواع من الفطر تنتج الضوء. ولقد توصل عالم الفيزياء الفرنسي رافائيل دوبوا (Raphaël Dubois) منذ سنة ١٨٨٧م إلى تفسير كيميائي معروف لهذه الظاهرة: هو أنه يحدث داخل بعض الخلايا أو مباشرة في جلد عدد من الأنواع الحية تفاعل بين إحدى الجزيئات (وتسمى لوسيفيرين) وإنزيم (يسمى لوسيفيراز) ينتج عنه، في محيط يتوفر فيه الأكسجين، إرسال لفوتونات، أي للضوء. أما من جهة علم الأحياء (البيولوجيا)، فإن الباحثين لا يجدون تفسيرًا لهذه الظاهرة. لماذا تضيء بعض الأجسام بشكل متواصل ٢٤/٢٤ ساعة، في حين لا تضيء أجسام أخرى إلا في الظلام؟ ولماذا تختلف كثافة ←

مراجع

تمثل الإضاءة ١٢٪ من إجمالي استهلاك الكهرباء في فرنسا. وهي تضم الإضاءة الداخلية (بمعدل ٢٥ نقطة إضاءة في كل أسرة، بحسب إحصائيات الوكالة الفرنسية للبيئة وإدارة الطاقة، أي ما مجموعه ٢٣٠ مليون نقطة إضاءة). وتبلغ قوة المصابيح المتوهجة بين ٩ و١٥ لومين/واط، وقوة مصابيح الصمام الثنائي الباعث للضوء المعروف اختصارًا بالإل إي دي (LED) بين ٤٠ و٨٠ لومين/واط.

SUBSTRAT/CHAMPIGNON BIOLUMINESCENT



← الضوء من نوع إلى آخر؟ ولكن، خلال السنوات العشرين الأخيرة، توصل البحث إلى الكشف عن الآليات الوراثية المتسببة في تلك الإضاءة الأحيائية. إلى حد أن فكرة استخدام كائنات حية أجهزةً للإضاءة على صعيد واسع بدأت تراود الباحثين بصورة جدية. آملين في جعل الشجيرات، والأسيجة النباتية، والأشجار المزروعة على جانبي الطريق مصادرَ للإضاءة الأحيائية... إنه لأمر رائع!

ولكن بقيت عقبة لا بد من تجاوزها: فالأجسام التي تمّت دراستها، إما أنها لا توفر ضوءا كافيا يسمح لنا باستخدامها، وإما أنها تضيء في ظروف من المستحيل علينا أن نقلدها. والسبب وجيه: فأغلب الأنواع المضيئة أحيائيا بَحْرِيَّةٌ تعيش في الأعماق – فـ٨٠٪ من كائنات الأعماق مضيئة أحيائيا.

وقد حاولت فرق عديدة من الباحثين أن تتغلب على هذه العقبة. وتزودت بسلاح حاسم: هو علم الأحياء التركيبي (Synthetic biology)، الذي يسمح بنقل القدرة على بث الضوء من نوع إلى آخر.

وعلى هذا الأساس، انطلق باحثون في جامعة ولاية نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية من شَتْلَتَيْ تبغ (الأولى اسمها العلمي هو نيكوتيانا تاباكوم، والثانية اسمها آلاتا)، وهما غير مضيئتين أحيائيا في الأصل، ولكن زراعتهما سهلة. أدخل العلماء في صانعات يخضورها –وهي «مصنع الطاقة» عند النباتات– سلسلةً من الحمض النووي المستخرَج من بكتيريات بَحْرية مضيئة أحيائيا.

شجرة تقوم مقام المصباح

هل تعلمون ما هي النتيجة؟ لقد ظلت النباتات المتحصَّل عليها مضيئة ٢٤/٢٤ ساعة بطريقة مستقلة وثابتة على مدى شهور متعددة. ولكن كثافة تلك الإضاءة بقيت، في الوقت الراهن، متواضعة جدًا: لا تعدو أن تكون وميضًا يشاهَد في الظلام، ويعادل بعض اللومينات[٣] مقابل ٤٠٠ لومين بالنسبة إلى مصباح متوهج قوته ٤٠ واط! ومع ذلك، فإن المبدأ سليم، ويبدو ألكسندر كريشفسكي (Alexander Krichevsky) مدير هذا المشروع متفائلا إلى أبعد الحدود، يقول: "إننا بصدد التقدم، وبدأنا نحصل على نماذج تزداد درجة إضاءتها أكثر فأكثر. لا يمكنني الآن أن أقدم مزيدًا من التفاصيل حفاظًا على سرية الأبحاث. ولكنني أعتقد أننا، في حدود أربعة أعوام أو خمسة سيكون بوسعنا أن نحصل على نباتات وحتى على أشجار يمكنها أن تضيء طرقاتنا! ما زالت أمامنا بعض التحديات التقنية، ولكن لا يبدو لي أي منها مستعصيًا على الحل".

وفي الاتجاه نفسه، نجح باحثون من كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، يعملون مع الشركة الناشئة «النبتة المتوهجة» (Glowing Plant)، في محاولة مماثلة مع نبتة صغيرة اسمها آرابيدوبسيس (Arabidopsis) وعنصر وراثي ليراعة «الحُباحب» (Firefly). ولكن هؤلاء الباحثين لا يُظهرون حماسًا لقدرة الإضاءة الأحيائية على تعويض الإضاءة الخارجية. ويشرح أنطوني إيفانس (Antony Evans) مؤسس الشركة ذلك بالقول: "لا أعتقد أننا في حدود عشر سنوات سنكون قادرين على تطوير نباتات تعوِّض الإضاءة على صعيد واسع، لأن هامش تقدُّمنا في دراسة ظاهرة اللمعان لا يزال مجهولا". ولكن الإضاءة الأحيائية لها بالفعل مستقبل اقتصادي، ويضيف إيفانس قائلا: "يوجد حل يبدو مقبولا على

الضوء بفضل نبتة

الكائن الحي

آرابيدوبسيس (Arabidopsis)

الضوء

أخضر، القوة غير محددة، ٢٤/٢٤ ساعة.

العمر المتوقع

ثلاثة أشهر.

آلية العمل

يتم إنتاج الضوء بواسطة جينات بكتيريا مضيئة أحيائيا تم وضعها في جينوم نبتة الآرابيدوبسيس.

المصطلح

الإضاءة الأحيائية (**Bioluminescence**) (كلمة مشتقة من اليونانية حيث لفظة bios تعني الحياة، ولفظة lumen تعني الضوء). وهي ظاهرة انبعاث ضوئي يحصل عند بعض الحيوانات (كالدود، واليراعة «الحُباحب» ...)، والبكتيريا، ونباتات الفطر. **ولا حاجة لها إلى الشمس** حتى يقع هذا التفاعل الكيميائي، خلافا للكائنات المشعة والفوسفورية.

الضوء بفضل بكتيريا

الكائن الحي

إي كولي (E. Coli)

الضوء

أزرق-أخضر، قوّته ١٠ لومينات (ما يعادل ضوء شمعة)، ٢٤/٢٤ ساعة.

العمر المتوقع

من ثلاثة إلى خمسة أيام.

آلية العمل

يتم إنتاج الضوء بواسطة جينات بكتيريا بحرية مضيئة أحيائيا تم وضعها في جينوم نبتة الـ إي كولي.

المدى المتوسط. فبإمكاننا أن نستخدم تلك النباتات لإضاءة أماكن أو مساحات داخلية بطريقة دائمة وغير مكثفة". وبعبارة أوضح: يمكننا استخدامها في صورة قناديل ليلية أو مصابيح طوارئ حية.

وقد أغرت هذه الفكرة أيضًا فريقين فرنسيين، يعمل أحدهما على نباتات الفطر، والآخر على البكتيريا المضيئة أحيائيا.

جرَّب الفريق الأول، منذ سنة ٢٠١١م، سلالات مختلفة من الفطر (علما أن ٦٠ نوعا من هذه النبتة مضيئة أحيائيا)، إلى أن وجدوا من بينها النوع القادر على الإضاءة بقدر ما تضيء شمعة وباعتماد عينة واحدة. وقد بدأ ديدييه بلاها (Didier Blaha) الباحث في علم الفطريات بجامعة ليون المسؤول عن هذا المشروع بالاشتراك مع المصممة هيلينا آماريليك (Héléna Amarlic) في تصور ملامح المستقبل، يقول: "بعد سنوات قليلة، سيكون باستطاعة أنظمتنا المضيئة أحيائيا أن تنتج ضوءا بيئيا، دون أن تتم تغذيتها بأي مصدر من مصادر الطاقة. وسيكون هذا الإنجاز مثاليا لإنتاج إضاءة بديلة في الأماكن التي يكون فيها النظر ضروريا، ولكن دون حاجة إلى أن تكون الإضاءة شاملة".

الرؤية دون إضاءة شاملة

أما شركة «جلويه» الناشئة، التي تعمل على البكتيريا المعدَّلة جينيًا، فإنها تسير في الاتجاه نفسه. وتقول ساندرا ري (Sandra Rey) متحدثة عن مستقبل هذه الأبحاث: "لن يكون بإمكاننا أن نعوض كل مصابيح الطرقات بالإضاءة الأحيائية، لأن قوتها لا تكفي. ولكن، سيكون بإمكاننا مستقبلا أن نضيء واجهات المحلات التجارية، ومحطات الحافلات، والمنتزهات، وممرات المشاة، وحتى لافتات المرور". وقد نجحت ساندرا ري بعدُ في إنتاج شبكة من ٧٠ شريطا لاصقا على الجدران ومملوءًا بالبكتيريا... بحيث تسمح للإنسان بالرؤية في غرفة يعمها الظلام.

ولا شك، أننا بحاجة إلى بذل جهود أخرى، لزيادة قوة الضوء، وإطالة عمر «المصابيح الحية» -بأن نجد الوسيلة الناجحة لـ«تغذيتها» بطريقة سهلة ودائمة-، وتوسيع لوحة الألوان المتوفرة، وهي تنحصر اليوم في الأخضر والأزرق. ولكن هذه الفكرة تثير حماسًا شديدًا لدى المتخصصين في الإضاءة الذين تم سؤالهم. وتعترف ماري بيار ألكسندر (Marie-Pierre Alexandre)، من الجمعية الفرنسية للإضاءة قائلة: "إن هذه التجربة تبدو لي مبتكرة جدًا لأنها تستخدم مصدرًا طبيعيا". غير أن السياق الحالي يساعد على مواصلة التجربة... ولنذكّر بأن أمرًا صدر في فرنسا في الأول من شهر يوليو سنة ٢٠١٣م يضيق مجال إضاءة المكاتب، وواجهات المحلات التجارية ليلا. ولا شك في أن الإضاءة الحية، الخافتة، غير المسرفة، يمكنها أن تتأقلم مع هذا الوضع.

(١) BIOLUMINESCENCE: ET L'ÉCLAIRAGE DEVINT VIVANT, Science & Vie 1183, P 104-107

(٢) Muriel Valin

(٣) لومين (Lumen): وحدة دولية لقياس الفيض الضوئي. (المترجم)



*** للاستزادة**

ينصح: بالاستماع إلى محاضرة عن «القناديل الليلية المصنوعة من نباتات الفطر»، وبمشاهدة: أماكن تضاء مستقبلا بالبكتيريا، وبقراءة: المنشورات المرجعية، وهي متوفرة على الموقع

science-et-vie.com

GLOWING - GLOWEE

المقوسة الغوندية
الطفيلي الذي يدفع إلى القيام بأعمال غريبة[1]

ما إن يصاب جرذ بهذا الطفيلي... حتى يلقي بنفسه مباشرة في فم القط... ولكن المشكلة، هي أن ثلث البشرية مصاب به... هذا ما تقوله ليز بارنيو[2].

يقال بالفرنسية إن فلانا رمى بنفسه في فم الذئب: العبارة معروفة. ولكن عوّضوا الذئب بحيوان من فصيلة السنوريات، وتصوروا جرذًا يرتمي في فم قط. ستقولون إنه مشهد من الصور المتحركة. خطأ، إذ إن السيناريو الواقعي الذي يحصل حين تصيب المقوسة الغوندية أحد القوارض: أنها، دون تردد، تزيل عنه الخوف من السنوريات، التي تغتنم الفرصة فتجعل منه لقمة سائغة بلا تعب ولا نصب.

ومهما يكن حظ هذا الهيام المخالف لقوانين الطبيعة بين الجرذ وعدوه اللدود من الغرابة، فإنه يعبّر في الواقع عن اتفاق معقود بين المقوسة الغوندية والسنوريات منذ ملايين السنين. وهو اتفاق يساعد القط الكبير على أن ينال ما لذ وطاب، ويساعد الطفيلي على أن يكمل دورة تكاثره في أمعاء السنوريات. وهذه الحاجة إلى التوالد عند المقوسة الغوندية تبلغ درجة من القوة إلى حد أنها تجعلها تغير سلوك الكائن المصاب، حتى تحقق غايتها... لسوء حظه.

وإلى حد الآن كان العلماء يعتقدون أن القوارض هي الوحيدة التي تدفع ثمن هذا الاتفاق القاتل. والحق، أننا لم نعد مهددين بأن تنتهي حياتنا بين الأنياب الحادة لأحد الأسود أو أحد النمور، اللهم إلا إذا كنا من المروِّضين، أو علماء الحيوان، أو هواة رحلات الصيد. وحين قايض أسلافنا وضع الضحية بوضع صياد السنوريات، فإنهم وضعوا، على نحو ما، حدّا لتلك العملية الماكرة التي يمارسها الطفيلي على سلوكنا.

إنه يغير شخصيتنا

إن الحقيقة تبدو أكثر تعقيدًا. فنحن نشهد تزايدًا في عدد البحوث التي تكشف فعلا عن أن بعض بقايا ذلك الوئام السري بين المقوسة الغوندية والسنوريات يمكن أن تبقى عند البشر. وهي تتجلى من خلال تغيرات طفيفة في الشخصية، وتصرفات ←

MOREDUN ANIMAL HEALTH LTD/SPL/COSMOS - SERGEY PETROV/ SHUTTERSTOCK

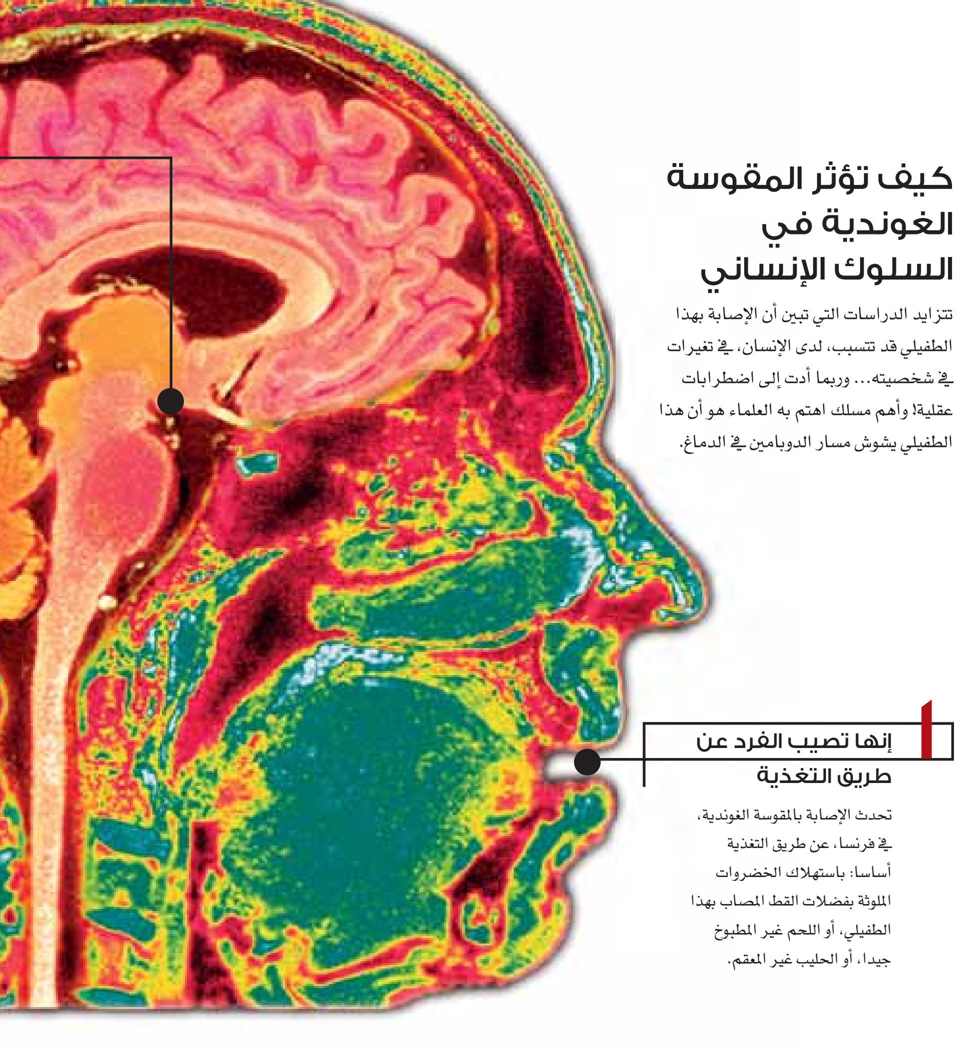
مراجع

داء المقوسات (توكسوبلاسموز) هو التهاب يسببه الطفيلي المسمَّى المقوسة الغوندية. ويزداد تفشيه بتقدم العمر ويختلف باختلاف التغذية، أوالطقس أو حضور سنوريات، يتكاثر في بطونها. وقد أخذ في التناقص، في فرنسا، منذ ١٩٦٠م (حوالي ٤٠٪ ممن هم في العقد الثالث من العمر مصابون به). وفي ٨٥٪ من الحالات، لا يمكننا أن نرى أي عرض يدل عليه.



موهوبة في التلاعب

تتكاثر المقوسة الغوندية في أمعاء السنوريات، ولهذا فإنها تكبح، لدى الحيوانات التي تصيبها، الخوفَ من مفترسيها الطبيعيين: فيلقي الفأر بنفسه في فم القط. أما تعرُّض البشر لخطر الافتراس فهو أقل، ومع ذلك، فإن الإنسان، حافظ في دماغه على آثار من ذلك التلاعب.



كيف تؤثر المقوسة الغوندية في السلوك الإنساني

تتزايد الدراسات التي تبين أن الإصابة بهذا الطفيلي قد تتسبب، لدى الإنسان، في تغيرات في شخصيته... وربما أدت إلى اضطرابات عقلية! وأهم مسلك اهتم به العلماء هو أن هذا الطفيلي يشوش مسار الدوبامين في الدماغ.

إنها تصيب الفرد عن طريق التغذية

تحدث الإصابة بالمقوسة الغوندية، في فرنسا، عن طريق التغذية أساسا: باستهلاك الخضروات الملوثة بفضلات القط المصاب بهذا الطفيلي، أو اللحم غير المطبوخ جيدا، أو الحليب غير المعقم.

← محددة، وحتى، في الحالات القصوى -وهي حالات نادرة لحسن الحظ- من خلال اضطرابات في الصحة العقلية. هل هي ظاهرة هامشية؟ أبدًا! فثلث البشرية مصاب بالمقوسة الغوندية، ونصف الفرنسيين مصاب بها أيضًا، بحسب الإحصائيات الوطنية.

ومن النادر أن يحظى طفيلي بهذا القدر من «النجاح»، إذ هو قادر على إصابة مجموع الفقريات من ذوات الدم الحار، من الخروف إلى العصفور، مرورًا بالخنازير والقوارض.

أما عند الإنسان، فتنتقل المقوسة الغوندية غالبا عن طريق الغذاء (اللحم غير المطبوخ جيدًا، أو الخضروات الملوثة بفضلات القطط المصابة...). كما نجدها داخل أكياس صغيرة، في جميع أنواع الخلايا: سواء منها خلايا الجهاز المناعي، أو خلايا الكبد، أو الأعصاب.

وعند الأشخاص الذين يعانون من ضعف الجهاز المناعي (المصابين بفيروس نقص المناعة البشري (HIV)، أو الذين يتعاطون علاجًا لنقص المناعة)، تتسبب تلك الأكياس في أعراض مختلفة: مثل الصداع، والقلق، والخمول، والضعف العضلي، والنوبات التشنجية، وحتى الغيبوبة... وبالنسبة إلى هؤلاء الأشخاص ضعاف البنية، توصف لهم أدوية تمنع مفعول هذا الطفيلي. ومن جهة أخرى، فإن إصابة المرأة خلال حملها لأول مرة يمكن أن تترك في الجنين آثارًا خطيرة (كالعمى، واستسقاء الرأس، والتخلف الذهني).

ولكن في أغلب الحالات، تكون وظيفة الجهاز المناعي فعّالة، ويتم الإبقاء على تلك الأكياس «نائمة»، دون أن يظهر أي عرض من أعراض المرض. ومن هنا، فإن عددًا كبيرًا من الناس يتوفرون على أجسام مضادة تقدم الدليل على مرور الطفيلي في أجسادهم... دون أن يكون لهم علم البتة بهذه الإصابة.

ورغم أن المقوسة الغوندية تتميز بالتكتم وبالقدرة على إصابة عدد كبير من الكائنات الحية... فليس لها إلا عيب واحد: هو أنها تحتاج إلى المرور بمعيّ السنوريات لتتوالد بطريقة التناسل الجنسي، وتضمن، بهذه الطريقة، التفشي في البيئة. وبما أن

كليمانس بواروت
CLÉMENCE POIROTTE
المتخصصة في الطفيليات لدى الرئيسيات، بمركز علم البيئة الوظيفي والتطوري بمدينة مونبلييه (فرنسا)

إن قدرة المقوسة الغوندية على التلاعب بمضيفيها تم إثباتها بوضوح لدى الشمبانزي

DU CANE MEDICAL IMAGING LTD/SPL/COSMOS - DR

٢
إنها تقيم في لوزته

انطلاقا من الأمعاء، يتنقل الطفيلي عن طريق الدم والغدد اللمفاوية، قبل أن يشيع في كل أنواع الخلايا، حيث يكوّن أكياسًا صغيرة. وفي الدماغ، بصفة خاصة، يحلّ أساسا في اللوزة، وهي منطقة مرتبطة بالخوف ومتصلة مباشرة بالروائح.

٣
إنها ترفع في نسبة الدوبامين

يقوم الحمض النووي بالتشفير لإنزيم يرفع من إنتاج الدوبامين، وهو ناقل عصبي له علاقة باتخاذ القرارات، والمتعة، والسلوكيات الخطرة، والإدمان... ومن جهة أخرى، فإن العلاقات بين ارتفاع نسبة الدوبامين ومختلف الأمراض الذهانية صارت معروفة.

الطفيلي ينتشر في الهواء الطلق مع فضلات السنور، فإنه يستطيع أن يبقى معديًا إلى حدود ١٨ شهرا!

وبعد العدوى، كيف تستطيع المقوسة الغوندية أن «تتعامل» مع الكائن الذي حلت ضيفًا عليه؟ بينت دراسات تتعلق بالجرذان أو الفئران أن رائحة بول القط تجذب القوارض المصابة، خلافًا لمثيلاتها السليمة، التي تنفر منها. وزيادة على ذلك، فإن ذاكرة تلك القوارض أضعف، وتنسيقها الحركي أقل: وفي هذه الحالة فليس من السهل عليها أن تجد جحرها وأن تؤوي إليه في الوقت المناسب... فكأنها خرجت للتوّ من أحد أشرطة توم وجيري.

مسألة دوبامين

تقول كليمانس بواروت (Clémence Poirotte)، من مركز علم البيئة الوظيفي والتطوري بمدينة مونبلييه (فرنسا): "إن هذه العملية لم تُدرَس إلى يومنا هذا إلا عند القوارض". لماذا؟ لأن عملية كهذه لا يمكن أن تتطور إلا إذا خرج منها الطفيلي بفائدة مهمة بالنسبة إلى تكاثره. والحال أن تلك القوارض المسكينة هي الوحيدة التي تتعرض اليوم، بكميات كبيرة، لافتراس السنوريات.

غير أن تلك المتخصصة في الطفيليات عند الرئيسيات (طائفة من الثدييات) عنّ لها أن تقوم بالتجربة على الشمبانزي، التي نتقاسم معها حوالي ٩٠٪ من حمضنا النووي. فكانت النتائج مدهشة: إذ إن القرود المصابة تصرّ على تشمم بول الفهد عدوها الطبيعي، ويصل بها الأمر إلى أن تلعق الأماكن المشبعة بتلك الرائحة، في حين تنفر منها القرود السليمة.

والأغرب من ذلك: أن الباحثة لم تلاحظ أي فرق في السلوك حين قامت بهذا الاختبار مستخدمة بول الأسد أو النمر، وهما من السنوريات التي يمكن للطفيلي أن يتطور فيها، ولكنها ليست من الحيوانات التي تفترس الشمبانزي (لأنها لا تعيش في المناطق نفسها). وتقول الباحثة في هذا الصدد: "إن هذا يقتضي أننا نواجه عملية نوعية، يجب أن يكون فيها المضيف النهائي للطفيلي مفترسًا لمضيفه الوسيط حتى تسير الأمور بشكل صحيح".

لا يذهبنّ بكم الظن إلى أن خلية صغيرة مثل المقوسة الغوندية يمكن أن تملك إرادة واعية للتلاعب. فهذا شيء يتجاوز إمكانياتها. وعلى الرغم من أن نمط تصرف هذا الطفيلي يظل غامضًا نسبيًا، فإننا نعلم أنه يقيم أحيانًا في لوزة مضيفيه، وهي منطقة من مناطق الدماغ متخصصة في الخوف، ومرتبطة مباشرة... بالروائح. غير أنه من بين جيناته البالغ عددها ٨٠٠٠، توجد جينتان تقومان بالتشفير لإنزيم يكاد يطابق الإنزيم الذي يزيد، لدى الفقريات، إنتاج الدوبامين، وهو ناقل عصبي له علاقة باتخاذ القرارات. وعلى هذا النحو فإن مستويات الدوبامين، عند الفئران المصابة، تكون دائمًا أعلى منها عند الفئران السليمة.

وبناء على ذلك، فإن ذلك الإنزيم سيشيع الفوضى في مسارات الاتصال بين الأعصاب التي تستخدم الدوبامين، وهي دوائر تتولى تنظيم المتعة، والجزاء، والسلوكيات الخطرة، إلخ. وقد تمت بين المجموع المورثي (الجينوم) للطفيلي والمجموع المورثي لمضيفه تبادلات جزيئية أخرى، لم تتبين لنا النتائج المترتبة عليها.

سلوكيات خطرة

هنا يبدأ الدوار. فإذا كانت المقوسة الغوندية تملك القدرة على إرباك مسار عصبي أولي من قبيل مسار الدوبامين، وإذا كانت لا تحوّر سلوك القوارض وحسب، بل أيضًا سلوك الشمبانزي، فكيف لا نتصور أنها تستطيع أن تصيبنا نحن أيضًا بالعدوى؟ يؤكد ياروسلاف فليغر (Jaroslav Flegr)، وهو من الأوائل الذين دافعوا عن الفكرة القائلة بأن البشر أيضًا ضحايا هذا الطفيلي أن "المقوسة الغوندية لا تملك أي وسيلة لمعرفة ما إذا كانت توجد في دماغ أحد القوارض أو في دماغ إنسان، كما أنها لا يمكن أن تعرف أن حظوظ افتراس أحد السنوريات للإنسان كانت، منذ آلاف السنين، ضئيلة. ولذلك، فإنها تواصل التصرف بالطريقة التي تعلّمتها منذ عشرات آلاف السنين".

إن عالم الأحياء التشيكي هذا (من جامعة شارل ببراغ) يبحث منذ أكثر من عشرين عامًا عن اضطرابات السلوك لدى البشر المصابين. وقد وجد فيها جل التغيّرات التي تمت ملاحظتها عند القوارض، مثل، تأخر الاستجابة، وقلة التركيز وضمور الوعي بالخطر. وهو ←

← مـا يفسر ذلك الاكتشـاف المفاجئ الذي توصـل إليـه فريقـه، والقائـل إن السائقين والمترجلين المصابين به يزداد خطر تورطهم في حـادث مـرور بنسبـة تتجـاوز بـ٢,٦ أمثالهم غير المصابين؛ وهـو استنتاج تؤكده أربـع دراسـات أخـرى مستقلة. وتُـبرز تلك الدراسـات تغيّرات أخرى للسلوك المميز من قبيـل: أن الرجال المصابـين قد يكون لديهم ميل أقـوى إلى عدم احـترام القواعد، وإلى الانغـلاق والحـذر، وأنهـم أطـول قامة من غـير المصابـين بمعـدل ٣سـم؛ أمـا النساء المصابات، فقد يكـن أكثر ألفة وتوددا. ومن هنـا، فـإن الأبحـاث المتعلقة بهـذا الطفيلي تفتـح بابًـا جديدًا في علم الحيـاة. وهو باب تصـاب فيـه إرادة الإنسـان الحـرة بضربة موجعة...

تزايد خطر الاضطرابات العقلية

هـذا ليـس كل مـا في الأمـر. إذ تشـير حوالي مائـة دراسة إلى أن المقوسة الغوندية يمكنهـا حتـى... أن تُودي بنـا إلى الجنون. وفي هـذا السيـاق تقـول عالمة النفـس نورة الحمـداني (مـن المركـز الإستشفائـي الجامعي بكريتـاي، ومؤسسة فوندامنتال): "هـذه حقيقة لا يرقـى إليهـا الشك: ففي ملفـات علماء النفس، نجد أن أعدادًا كبيرة من مرضاهم مصابون بالمقوسة الغوندية".

وفي فرنسا، تم العثور على هذا الطفيلي لـدى نسبة تتراوح بين ٦٠ و٩٠٪ من المرضى الذيـن يعانـون مـن داء الفُصـام أو مـن اضطرابـات ثنائية القطـب، مقابل متوسط وطني أقل من ٥٠٪. والمرض الذي توجد فيه أدلة أكثر علـى انعكاس المقوسة الغوندية هو الفُصام. وقد بينـت حوالي خمسين دراسة، أجريـت على أكـثر مـن ١٢٠٠٠ شخص في الجملـة، أن المصـاب بهذا الطفيلـي يزداد خطـر إصابتـه بالفُصام بمعـدل ١,٨ مرة. وقـد دُرست ارتباطات أخـرى لهذا الطفيلي بالاضطرابات ثنائية القطب، والاضطرابات الهوسية والقهريـة، والسلوكيات الانتحارية أو الإدمـان. ومن جهـة أخرى، تثبـت أغلب تلك الدراسـات أن الإصابة بالطفيلي تسبق بدايـة الاضطرابات ببضع شهـور إلى بضع سنوات.

لا داعي للفـزع: فلئن كان ثلث الإنسانية مصابًا بالمقوسة الغوندية، فإن الذين يعانون مـن الفُصـام أو غـيره مـن الاضطرابـات النفسية تقل نسبتهم عن ١٪. فليس الطفيلي إلا واحدًا من عوامل خطر كثيرة.

هنـا أيضا، نلاحظ أن أكـثر الدراسات انصبـت علـى اختـلال الدوبامـين. فمنـذ مـا يزيـد علـى نصف قـرن، أشـارت مئات الدراسات إلى وجـود صلة وثيقة بين حالات الذهـان، وخاصـة الفُصـام، والاختلال في مستـوى إنتـاج الدوبامـين. والحقيقـة، أن أغلب مضـادات الذهـان المستخدَمة لعلاج تلـك الاضطرابـات تَحُـدُّ مـن إنتـاج هـذا الناقـل العصبـي. وتضيف نـورة الحمداني أن "الباحثـين تنبهـوا أيضًـا إلى أن بعض تلـك العلاجـات تكبـح في المختـبر تطـور المقوسة الغوندية. غير أن المرضى المصابين الذين عولجوا بتلـك الجزيئات تعرضوا إلى نوبـات اكتئاب أقل من تلـك التي تعرض لها المصابون الذين عولجـوا بجزيئات ليس لها أي أثر في الطفيلي".

فهل كان بالإمـكان أن يوجد عالم بدون مقوسـات غونـدي؟ نعـم، لـو أن أسلافنـا لم يفتحـوا أبوابهـم للقطط، منـذ أكثر من ٩٠٠٠ سنة. فحتى لـو أن الاثني عشر مليون قـط في فرنسا لا تصيبنا بالعـدوى مباشرة إلا في حـالات نـادرة، فـإن برازهـا يلوث في الواقـع الأغذية التـي تنقل إلينـا العدوى في نهاية المطـاف. ومن هنا، فلـو أننا لم نجعل مـن القط الحيـوان الأليـف الأكـثر شيوعًا في العالم، لـكان من المحتمـل ألا يبقى ذلك الطفيلـي الخبيـث علـى قيـد الحيـاة لدى الإنسـان. تذكروا هذا حـين تلتقي نظراتكم في المرة القادمة مع نظراتهـا، وتأملوا جيدًا أسنانها الكبيرة الحادة، فهي أسنان حيوان مفترس... ■

إنها تدعم ولادة الذكور

عندما حلل فريق ياروسلاف فليغر أكثر من ١٨٠٠ ولادة في براغ (التشيك)، اكتشف أن الأمهات المصابات بالمقوسة الغوندية يلدن ذكورًا أكثر من المتوسط. فلدى الـ ٤٥٤ مرأة اللاتي توفرت لديهن أجسام مضادة للطفيلي، كانت النسبة ١٥٠ ذكرًا مقابل ١٠٠ أنثى، في حين أن المتوسط هو ١٠٤ ذكور مقابل ١٠٠ أنثى. وكلما زادت نسبة الأجسام المضادة، كان الاختلال أوضح: إلى حد ٢٦٠ ذكرًا مقابل ١٠٠ أنثى! وبحسب الباحثين، فإن الالتهاب، بإضعافه من النظام المناعي، يمكنه أن يخفض من التصفية الطبيعية للأجنة الذكرية بواسطة النظام المناعي للأم (في الأوقات العادية، يكون خطر الاستجابة المناعية ضد الأجنة الذكرية أكثر ارتفاعا في بداية الحمل، ويقل بعد ذلك).

(١) TOXOPLASMA GONDII LE PARASITE QUI POUSSE À FAIRE DES TRUCS DE DINGUE, Science & Vie 1184, P 70-74

(٢) Lise Barnéoud

للاستزادة *

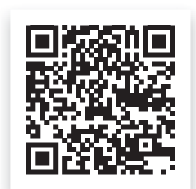
راجع: المنشورات المذكورة في المقال.
اقرأ: كتاب «احذر المقوسات» لياروسلاف فليغر (بالإنجليزية) Jaroslav Flegr: Watch out for Toxo!، الروابط المباشرة على
science-et-vie.com





سلسلة مقالات

رياضيات كوكب الأرض



http://publications.kacst.edu.sa

عندما يتحوَّل الطبُّ إلى تقنية[١]

من الطابعة الثلاثية الأبعاد (3D Printer) إلى الشرائح الإلكترونية مرورًا بالروبوتات، نلاحظ أن التقنيات المتقدمة صارت محلَّ ترحيب في غرف العمليات أو قاعات الانتظار في العيادات. وهذه الابتكارات يمكنها أن تساعد على إنقاذ الأرواح.

بقلم: أوليفييه لابيرو[٢]

FRED GUERDIN/REPORTERS-REA

سحّاب الدم

إنه لا يحتاج إلا إلى دقيقتين لاختيار العرق والقيام بالوخز

هل تخاف الإبر؟ ليس من المؤكد أن ما سأحدثك عنه سيطمئنك. تعمل مؤسستان أمريكيتان على روبوتات قادرة على أخذ عينات من الدم. الروبوتان فينوس برو (Venous Pro) وفيبوت (Veebot) مزوَّدان بخرطوم وخَاز توضع تحته الذراع. ويرسل عليه أشعة تحت الحمراء. وهذه الأشعة التي لا تُرى بالعين المجرَّدة، تخترق الجلد بسهولة، ولكنها تنعكس عند لقائها بخضاب الدم (الهيموجلوبين)، وهو جزيء موجود بكميات كبيرة في الدم... أي في العروق التي تظهر تحت الجلد. يلتقط زوجان من الكاميرات ذلك الضوء المنعكس، وبما أنهما متباعدتان، فإنهما تساعدان على إنشاء صورة ثلاثية الأبعاد لشبكة العروق في الذراع. وما على الروبوت إلا اختيار العرق الأكثر ملاءمة. والعملية الأخيرة قبل الوخز هي تأكد الروبوت من أن كمية الدم الذي يسيل في العرق كافية. ولكي يقوم بهذه العملية يرسل **>موجات فوق صوتية<** في اتجاه العرق ويحلل الصدى الذي يرتدّ منه، لأنه يمكن أن يتغيّر بحسب سرعة دوران السائل. وبهذا يكون كلُّ شيء جاهزًا للوخز. تقوم ذراع آلية بغرز الإبرة وتأخذ عيِّنةً من الدم (انظر الصورة المقابلة مع الروبوت فينوس برو). لا تستغرق العملية إلا دقيقتين. وتؤكد الشركة المصنِّعة أن الروبوت ينجح في وخز العرق من الوهلة الأولى بوتيرة أكبر من وتيرة الممرضين... ولكنه لا يعطي الأطفال مصاصات!



VASCULOGIC/VENOUS PRO

إضاءة

الموجات فوق الصوتية هي موجات ذات طبيعة شبيهة بالصوت من حيث طبيعتها، ولكنها شديدة الحدّة بحيث إنّ آذاننا لا تستطيع أن تسمعها.



إجراء عملية جراحية بأربعة أذرع... من فولاذ

إذا كان الروبوت دافينشي (Da Vinci) قد أصبح نجمَ غرفِ العمليات الجراحية -إذ صار يوجد منه ٣٦٠٠ قيد العمل في العالم- فإن ذلك يعود بالدرجة الأولى إلى قدراته على القيام بحركات بهلوانية. ففي حين يكون الجرَّاح البشري محدودًا في حركاته، نجد هذا الروبوت مزوَّدا بأربع أذرع، لكل منها ثمانية مفاصل، يستطيع كل مفصل منها أن يغيّر اتجاهه بزاوية قدرها ٣٦٠ درجة لجراحة مريض في مواضع غاية من الصعوبة. ولكن، اطمئنوا، فالإنسان هو الذي يتولى التوجيه، انطلاقا من لوحة تحكم.

ولإنجاز جراحة، يبدأ الطبيب بأحداث شقوق صغيرة في جسد المريض، يكفي طولها لإدخال النهايات المستدقّة للأذرع الأربع. زُوِّدت إحدى الأذرع بكاميرا، يرى الجرَاح بفضلها على لوحة التحكم باطنَ جسم المريض كما لو كان داخله، وبإمكانه حتى أن يُكبِّر بعض التفاصيل المهمة. أما الأذرع الثلاث الأخرى فمخصصة للأدوات كالمشرط والملقط. ويتولى الجرَاح تحريكها وتشغيلها بفضل مقبضين لا غير. إن مرونة دافينشي ومهارته تساعدان على التخطيط للقيام بعمليات ما كان يمكن التفكير فيها سابقا. ففي شهر يناير ٢٠١٦م، قام بأولى عملياته في سرطان الثدي بمعهد غوستاف-روسي بفيل جويف (فرنسا). ففي الجراحة التقليدية، كان ينبغي القيام بشق في الثدي أو تحته يتراوح طوله بين ١٥ و٢٠ سم لاستئصال الورم. وبعد العملية، يبقى أثر الجرح كبيرا واضحا جليا. أما بالروبوت الجراحي، فقد صار بالإمكان القيام بالعملية مرورا بخاصرة المريضة. وعَمل شق صغير لا يتجاوز ٤ أوه سم كافيا لاستئصال الورم، ووضع ثدي اصطناعي محله. وختاما، فإن أثر الجرح المخفي تحت الذراع يكاد لا يرى.

غراء الأعضاء

لعلنا سنشهد قريبا نهاية الإبر، والخيوط، والغرز. فقد توصل عدد من الباحثين الفرنسيين إلى بلورة غراء خاص ليحل محل تلك العدة المستخدمة للخياطة. وهو عبارة عن مادة لزجة مصنوعة من «جسيمات نانوية».
والمهمَ في تلك الحبوب ليس تركيبها، وإنما هو حجمها المتناهي في الصغر- وهو يعادل جزءا من مليون من المليمتر. وهذا الحجم يساعدها على أن تتشبث بأقل بروز في اللحم. يقوم الطبيب بطلاء الجرح بالغراء، ويقرّب طرفي الجرح أحدهما من الآخر، ويمسكهما بضع ثوان... في تلك اللحظات، تتشبث الجسيمات النانوية بجزيئات اللحم، وتتشبث ببعضها أيضا، وتعيد تضميد الأقسام (انظر الرسم التوضيحي في الأسفل). والطريف، أن الغراء فعّال أيضا للاستخدام على الأعضاء الهشة كالكبد (انظر الصور على اليمين)، والرئتين، والطحال التي تصعب خياطتها، لأنها تتمزق حين تنغرز فيها الإبرة. إننا على أحرّ من الجمر لرؤية هذا الغراء يخرج من المختبرات!

سنضع حدًا نهائيًا... لخياطة الجروح!

نضع شيئا من الغراء على أجزاء هذه الشريحة من كبد العجل التي شُطِرت إلى قسمين...

...نضع أحد القسمين على الآخر...

...بهذا يلتئم القسمان ويكونان شريحة واحدة من جديد.

MATHIEU KAUFFMANN/ESPCI/MMC/CNRS PHOTOTHÈQUE

فن لأمِ أو تضميد الجرح

(١) ندهن طرفي الجرح بالمادة اللزجة المشبعة بالجسيمات النانوية.
(٢) نقرّب طرفي الجرح أحدَهما من الآخر. لا حاجة بنا إلى خياطة، فضغطة واحدة تكفي. ستترابط الجسيمات النانوية والأنسجة الممزقة، كما تترابط الجسيمات في ما بينها. وبما أن عددها كبير جدا، وحجمها صغير يكفيها للتسلّل إلى أصغر فضاء بين خلايا الجلد، فإن الارتباطات الكثيرة التي تنشئها تجعل حافتي الجرح تتماسكان بقوة. وبذلك، فحتى الأوردة الصغيرة يتم إصلاحها.

SANDRINE FELLAY POUR SVJ

إضاءة

حين يوجد جسم ممغنط (يحتوي على الحديد أو النيكل مثلا) في **حقل مغناطيسي**، فإنه يخضع لقوة تحاول أن تحرّكه؛ ولذلك، فإنه يتوجّه بطريقة خاصة. وحين ننوّع الحقل المغناطيسي، يمكننا أن نحرّك الجسم عن بعد.

الشبكية الاصطناعية

إن كنا قادرين على أن نرى، فالفضل في ذلك يعود إلى اللاقطات الضوئية، وهي خلايا الشبكية التي تبطّن قاع العين. فهي تقوم بتحويل الضوء الذي تتلقاه إلى إشارات كهربائية، تُرسَل بدورها بواسطة العصب البصري إلى الدماغ. وهناك، يتم التعامل مع كل إشارة من تلك الإشارات بوصفها جزيئات (بكسل): ويكفي الدماغ أن يركِّب بعضها مع بعض حتى يعيد تشكيل الصورة كاملة. غير أن الشيخوخة أو بعض الأمراض يمكن أن تعطل اللاقطات الضوئية: فيصاب الإنسان بالعمى. وهنا تتدخل الشبكية الاصطناعية. فهي تُركَّب في قاع العين، وتتكوّن من أقطاب كهربائية صغيرة، ومن لوحات معدنية دقيقة قادرة على إرسال تيار كهربائي إلى العصب البصري. وهذا الجهاز المزروع صغير (لا يتجاوز ٣ملم من كل جانب)، ولكنه يشتغل بمُعدّات تحتل حيّزا كبيرا نسبيا. وفعلا، فإن المريض يضع نظارات خاصة تصوّر ما يراه. ويشدُّ إلى حزامه حاسوبا مصغرا يعالج الصور بطريقة فورية. وباعتماد اتصال لاسلكي، يُصدر الأوامر إلى الأقطاب الكهربائية للجهاز المزروع حتى يرسل إشارات كهربائية إلى الدماغ عن طريق العصب البصري. وبهذا الشكل فإن الأقطاب الكهربائية تقوم بالدور الذي كانت تقوم به اللاقطات الضوئية الطبيعية: فكل قطب يرسل جزيئات (بكسل) من الصورة الملتقَطة بواسطة النظارات. وقد تمكّن ما يقرب من مائة ضرير أن يستردُّوا النظر جزئيا بفضل هذا النظام. وفي الوقت الراهن، عليهم أن يقنعوا بصورة بالأسود والأبيض تقريبية جدا (تشبه رقعة من الجزيئات)، ولكن هذا في حد ذاته كاف ليتعرفوا على إطار باب، ويتنقلوا دون أن يصطدموا، وقد يستطيعون حتى أن يقرأوا حروفا غليظة على صفحة بيضاء.

الجهاز المزروع

SECOND SIGHT - INSERM/GUYOMARD, JEAN-LAURENT

> إن الأقطاب الكهربائية للجهاز المزروع الملصقة على الشبكية، ترسل إلى الدماغ الصور التي تبثها النظارات.

محرِّك الحيوانات المنوية



MARIANA MEDINA-SÁNCHEZ / NANO LETTERS

تشبه >الحيوانات المنوية< المتسابقين في المسبح: إذ يوجد سباحون جيدون وسباحون سيئون. ولكن إذا كانت الحيوانات المنوية كلها لا تحسن السباحة، فلن يتمكن أي منها من الوصول إلى >البويضة< لإخصابها. وفي هذه الحالة، لا مجال للإنجاب: وهذا سبب من أهم أسباب العقم. وقد خطرت لمجموعة من الباحثين الألمان، كانوا يعملون على المحركات الصغرى، فكرة لافتة للانتباه. فقد صنعوا مروحة معدنية صغيرة. لولبية الشكل، وليس لها من الاتساع إلا ما يكفي للإحاطة بذيل الحيوان المنوي (الذي يستخدمه عادة للاندفاع إلى الأمام). وبما أن تلك المروحة تحتوي على معدن النيكل، فإن بالإمكان مراقبة تحركاتها بفضل >حقل مغناطيسي<، وخصوصا توجيهها: بهذا تصبح المروحة محركا. ويصبح بإمكان الحيوان المنوي بهذه الصورة أن يندفع بسرعة، في اتجاه البويضة (انظر الصورة فوق). ولا تتركه المروحة إلا حين يندمج في الخلية الأنثى: ويتم الإخصاب! وما زالت الأبحاث في مراحلها الأولى، ولكن هذه الطريقة يمكن أن توفر حلا بديلا عن التلقيح الاصطناعي (حيث تُستخدَم أداة طبية لإدخال الحيوانات المنوية للرجل في >رحم< المرأة)، وعن الإخصاب في الأنابيب (حيث تؤخذ عينات من بويضات المرأة وتخصَّب بالحيوانات المنوية للرجل، وإذا سارت الأمور على ما يرام، يتكوَّن جنين يوضع من جديد في الرحم).

إضاءة

الحيوانات المنوية هي خلايا الإنجاب عند الرجل، و**البويضات** هي خلايا الإنجاب عند المرأة. وحين يتم اللقاء بينها، تندمج، لتعطي جنينا: وهو ما يسمى بالإخصاب. بعد ذلك ينتقل الجنين إلى **رحم** الأم، حيث يواصل نموَّه.

لاقطات مصغّرة صالحة لكل شيء

لاقط في الرأس

إن إصابة الرأس بصدمة عنيفة يمكن أن تُلحق أضرارًا بالدماغ. ويوجد لاقط بحجم أصغر من حجم حبة الرز، يوضع بين الدماغ والجمجمة، يقيس الضغط والحرارة فوريًا حتى يرسل إنذارًا في حال وجود خطر. ويتحلل من تلقاء نفسه بعد بضعة أسابيع: فلا تحتاج إزالته إلى عملية جراحية.

قياس الحرارة بصورة مستمرة



BODYCAP

يحتوي القرص الذي أطلق عليه اسم إي-سلسيوس (e-Celsius) على مقياس حرارة. وحين يُبتَلَع، يسجِّل درجة حرارة الجسم كل ٣٠ ثانية، ويرسِل المقاسات عبر موجات الراديو. ويساعد هذا الجهاز على مراقبة حالة المريض، كما يساعد على مراقبة التحكم الحراري عند الرياضيين خلال ممارستهم النشاط البدني.

تصوير باطن الأمعاء

يقوم هذا القرص ذو المنظار (انظر الصورة في الأسفل) بعد ابتلاعه، بجولة بمفرده في الجهاز الهضمي. وتلتقط الكاميرا المركبة فيه صورًا من باطن الأحشاء بحثا عن أمراض الأمعاء الغليظة، التي لا يستطيع الأطباء اكتشافها بوسائل أخرى.



CARLOS MUÑOZ-YAGÜE / LOOKATSCIENCES

التأكد من فعالية علاج مضاد للسرطان

يحتاج الأمر إلى شهور عديدة لمعرفة ما إذا كان أحد الأورام السرطانية قد تم استئصاله. وقد ابتكر أحد المختبرات الأمريكية لاقطا يوضَع في الورم فيرسل معلومات تساعد على معرفة طريقة استجابته للعلاج بصورة فورية تقريبا.

آه من القلب!

لا تقتصر فائدة الطابعة ثلاثية الأبعاد على المساعدة في صناعة الأطراف الاصطناعية، بل هي تساعد أيضًا في إعداد العمليات الجراحية. فمنذ سنتين، استبدّت الحيرة بأطباء أمريكان في شأن الطفل رولان، ذي الأربعة عشر ربيعًا. فقد كان قلبه يعاني من أربعة تشوهات. وكان لا بدَّ أن تجرى له عملية على جناح السرعة. ولكن الصور المسجلة على إحدى الشاشات لم تكن تكفي الجراحين ليقرروا أي الطرق أفضل لإجراء العملية. فطلبوا العون من مهندسي الجامعة المحلية، الذين انطلقوا من الصور الصادرة عن الماسح الضوئي (السكانر)، وطبعوا نسخة ثلاثية الأبعاد مطابقة للأصل من قلب رولان، أكبر من القلب الحقيقي مرة ونصفا، في ثلاثة أقسام (انظر الصورة المقابلة). وقد استغرقت طباعة الطبقات البلاستيكية عشرين ساعة. وحسنًا فعلوا: إذ إن الجرّاحين استطاعوا أن يتعاملوا مع القلب المقلَّد دون خشية، ويكتشفوا باطنه وظاهره، ويعرفوا كيف يجرون عمليتهم. وبذلك، وُفِّقوا في معالجة التشوهات الأربعة بعملية واحدة!

3D PRINTING INDUSTRY / MAKER BOT

قرص على المقاس

لا شك أننا جميعا نجد صعوبة في بلع الدواء. وتكون هذه الصعوبة أشدّ بالنسبة إلى الأحداث وكبار السن. فبعض الأقراص الطبية تتحلل عند ملامسة اللعاب وتكوّن عجينة غير مستساغة. وقد رخّصت الولايات المتحدة الأمريكية في استخدام طريقة جديدة يمكنها أن تحسّن صناعة الأدوية: هي الطباعة ثلاثية الأبعاد لأقراص الدواء. وبهذه الطريقة، لم تعد الأقراص تُصنَع بتسليط قوة ضغط على المسحوق الطبي. بل تقوم الطابعة بوضع طبقات المسحوق بعضها فوق بعض وتربط بينها بقليل من السائل (انظر الصورة على اليسار). وتكمن فائدة هذه الطريقة في أنها تمكّن من صناعة أقراص مسامية جدا: أي تحتوي على كثير من الفراغات ينفذ إليها اللعاب. ومن هنا، فإن قطرة واحدة من اللعاب تكفي لجعلها تتحلل في لمح البصر. وسيكون سبريتام (Spritam)، وهو دواء يعالج نوبات <الصرع>، أول قرص مطبوع بالطريقة ثلاثية الأبعاد يتم تصنيعه. وفي مرحلة تالية، ستساعد الطباعة ثلاثية الأبعاد أيضًا على إنتاج أدوية «على المقاس»، تعدَّل جرعاتها ومكوّناتها لتكون ملائمة للمريض الذي سيتناولها.

انتهى عهد الأقراص التي تظل عالقة في الفم!

SPRITAM

يد بلاستيكية للأطفال



بضع قطع بلاستيكية مستخرَجة من طابعة ثلاثية الأبعاد، وثمانية براغي، وشيء من الرغوة، وأسلاك مطاطية، وخيط صنارة لتعويض العضلات. الكلفة الإجمالية: ٥٠ يورو (٢٢٠ ريال سعودي تقريبًا). وثمن هذه اليد المصنوعة على المقاس لا يقبل المنافسة، ويضاف إلى ذلك أن لونها يكون بحسب الرغبة! لا شك أن هذا العضو الاصطناعي أقل إتقانا من النسخة المزودة بمحرّك، ولكنه يتمتع بمزايا كثيرة: فزيادة على ثمنه (إذ أن النسخة المزوَّدة بمحرك يبلغ ثمنها ٧٥٠٠ يورو (٣٣٠٠٠ ريال سعودي تقريبًا)، هو أخفّ وزنا وأقل هشاشة. وبهذا، فهو أكثر مناسبة للحياة المضطربة التي يعيشها طفل يحلو له أن يقفز ويلعب... وفعلا، فإن هذا الطراز يلائم الأشخاص، وخاصة الشبان، الذين يعانون من عاهات في اليد، شريطة أن يكون المعصم وراحة اليد سليمين. فالطفل ماكسنس (Maxence) الذي بلغ السادسة من عمره حصل في الصيف الماضي على جهاز اصطناعي مطبوع، وبذلك، فقد صار يملك يدا حقيقية ذات أصابع صغيرة. يُدخل الطفل يده في الجهاز، كما لو كان قفازا. وتتولى أشرطةٌ من نوع فيلكرو تثبيتَ اليد البلاستيكية في موضعها. وبعد ذلك، يستطيع ماكسنس أن يفعل ما يريد: فحين يطوي معصمه، تنطوي اليد أيضا، وتنضم الأصابع الاصطناعية إلى بعضها. وبفضل ذلك الملقط، يستطيع ماكسنس أن يمسك بالكرة (انظر الصورة على اليسار أدناه)، أو يلعب بالأرجوحة وحتى بالدراجة... ولكن عملية الكبح لا تستطيع أن تقوم بها إلا يده السليمة! كما تتميز تلك الأيدي الاصطناعية بأنها مهداة من طرف جمعية إي-نابل (e-Nable). وهي تضمّ متطوعين من كل أرجاء العالم، يستخدمون، مجانا، طابعاتهم الثلاثية الأبعاد لصنع القطع (انظر الصورة في الأعلى). ومنذ سنة ٢٠١٣م، تم توزيع أكثر من ١٥٠٠ جهاز في أربعين بلدا. ■

WWW.THINGIVERSE.COM



JEFF PACHOUD/AFP

إضاءة

الصرع وهو أحد أمراض الدماغ. يظهر من خلال النوبات المفاجئة، القصيرة غالبا، التي يمكن أن تتسبب في حالات إغماء أو تشنج (ارتجاف عنيف).

فقرات العنق هي عظام العمود الفقري الموجودة في مستوى الرقبة. وعددها عند الإنسان سبع.

يطبعون أيضًا...

دعامة للقصبة الهوائية

يولد بعض الأطفال بقصبة هوائية (وهي القناة التي يمرُّ فيها الهواء الذي نتنفسه من الحلق إلى الرئتين) شديدة الارتخاء، مما يمنعهم من التنفس. وقد تمكّن مجموعة من الأطباء الأمريكان من استخدام طابعة ثلاثية الأبعاد لصنع أنبوب لدعم تلك القصبة. وإلى حدّ الآن تم إنقاذ ثلاثةُ أطفال.

فقرة جديدة

أصيب مينغاو (Minghao)، البالغ ١٢ سنة، بورم في إحدى >فقرات العنق<. وقد توصل أطباء صينيون إلى طباعة نسخة طبق الأصل من القسم المريض مصنوعة بمسحوق التيتانيوم، وهو معدن يتميز بالخفة والمتانة. وبما أن قطعة الغيار تلك تُشبَك شبكا، فإنها لا تحتاج إلى براغي ولا إلى غراء.

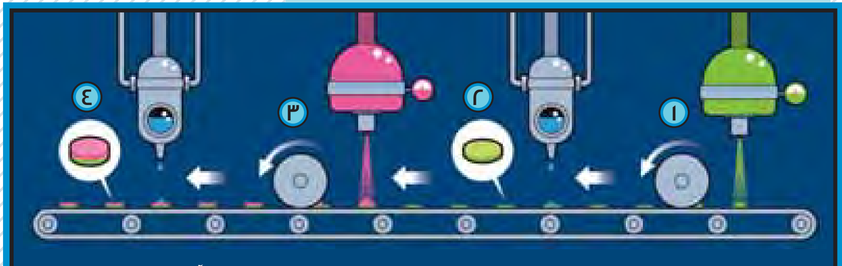
جمجمة من التيتانيوم

في شهر أكتوبر سنة ٢٠١٣م، أودى سقوط هذا الرجل المدعو «هو» (Hu) من الطابق الثالث بجزء من جمجمته (انظر الصورة في الأسفل). ولحسن حظه فإن الدماغ لم يصب بأضرار فادحة. وأبرز مخلفات هذا الحادث هو تشوه مظهر هذا الرجل. وقد تمكن الأطباء في مستشفى شيان (الصين) من أن يصنعوا، بطابعة ثلاثية الأبعاد، لوحة من التيتانيوم، خفيفة ومتينة، ساعدت على إعادة بناء شكل الجمجمة.



REUTERS/CHINA DAILY

دواء شخصي مصنوع بطابعة ثلاثية الأبعاد

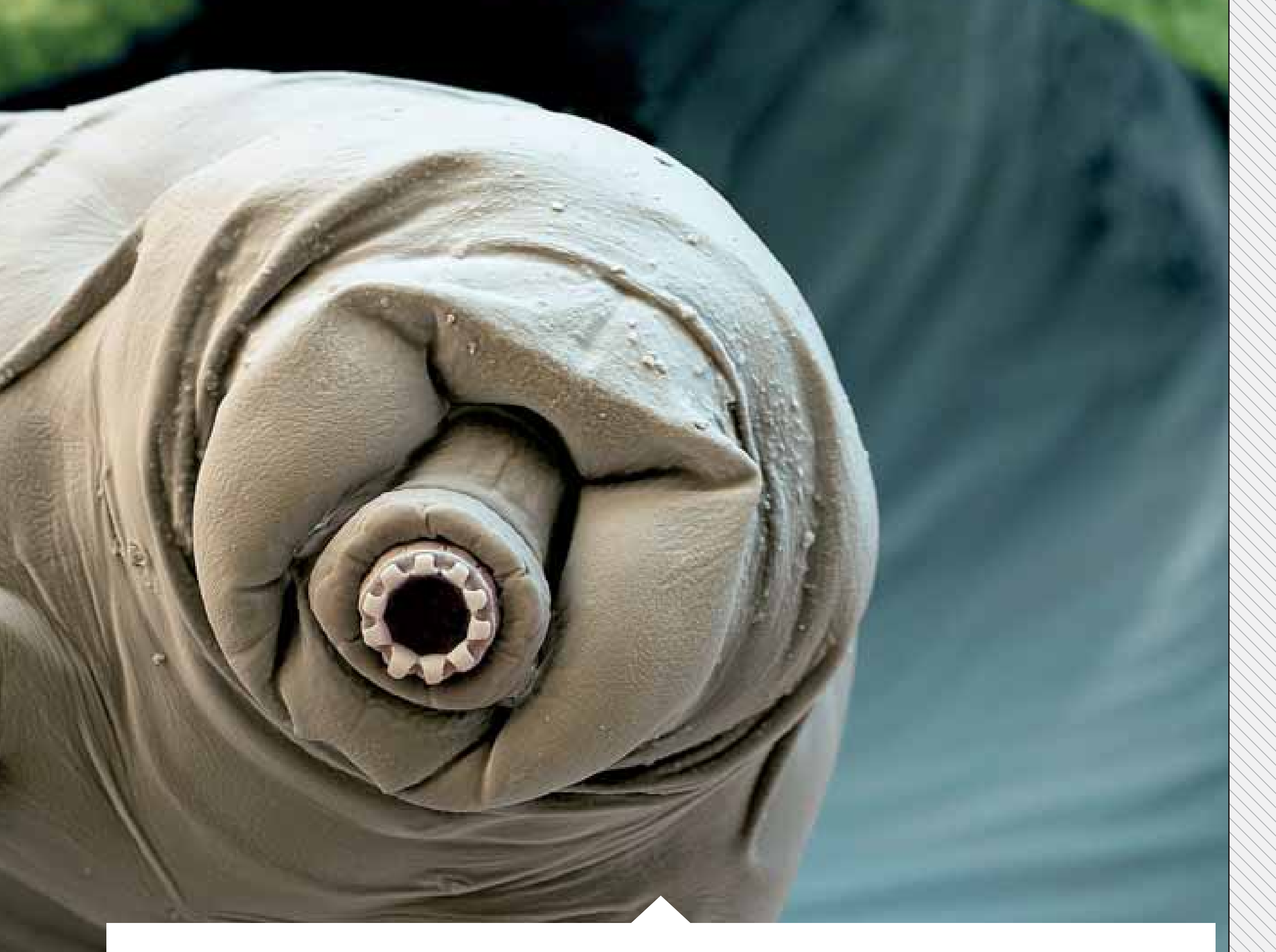


SANDRINE FELLAY POUR SVJ

يوضع مسحوق يحتوي على الدواء على بساط متحرك، ويُبسَط في طبقة رقيقة جدا (١). ثم توضع قطرة من أحد السوائل على المسحوق، فترتبط الجزيئات بعضها ببعض، مما يجعلها تكوّن اسطوانة مسامية، ولكنها صلبة (٢). يمكننا أن نضيف طبقة من دواء آخر (٣)، وبذلك نصنع قرصا دوائيا على المقاس لعلاج شخص محدد (٤).

(١) QUAND LA MÉDECINE DEVIENT TECHNO, Science & Vie Junior 319, P 54-59

(٢) Olivier Lapirot



بعد أن تجمد ثلاثين عامًا، أحد بطيئات الخطو يعود إلى الحياة[١]

إنـه رقـم قياسـي جديـد سـجلته تلـك الكائنات التـي أحـرزت البطولة في البقاء علـى قيد الحياة وعُرفت باسـم بطيئـات الخطـو (tardigrades)، وهـي فرع قريب مـن المفصـليات (arthropods) (كالحشرات، والعناكب، والقشريات...). ويشبه بطيء الخطو صغير دب يسبح بثمانية أرجل، يبلغ طـول كل منهـا مليمـترًا واحدًا. لقـد كان العلماء يعرفون أن لهـذه الكائنات قدرة على مقاومة الماء المغلـي، والجفاف، والإشـعاعات الأيونية، والفراغ الموجـود بـين الأجـرام... والآن تبيّن أنهـا قادرة على العـودة إلى الحياة بعد سـنوات من التجمّد! في هـذا السـياق، قـام المعهـد الوطنـي اليابـاني للبحث القطبي في أواخر سـنة ١٩٨٣م بأخذ عينة من الطحالـب من القطب الجنوبـي، وحفظها في حرارة تسـاوي ٢٠ درجة تحت الصفر. ثم أعادها تدريجيًـا إلى درجـة الحـرارة المحيطـة، فلاحظ أن أحـد بطيئـات الخطـو مـن فئـة «أكوتونْكُوسْ أنْتارْكْتيكُوسْ» (Acutuncusantarcticus)، داخل تلـك العينـة، بـدأ يتحرك مـن جديد منـذ اليوم الأول، وأخذ يتناول الغذاء في اليوم الثالث عشـر، ووضع بيضه الأول في اليوم الثالث والعشرين! وقد تم وضع ذلك البيض دون تزاوج، عن طريق التوالد العذري. ثم إن بيضـة كانت موجودة في الطحالب المتجمدة فقسـت، في اليوم السـادس، وخرج منها حيـوان باض بـدوره. ويعلق ميجومو تْسـوجيموتو (Megumu Tsujimoto)، المحـرر الرئيس للبحث، علـى هذا الاكتشـاف بقوله: "إن البقـاء على قيد الحيـاة في هذه الظروف مدة ثلاثـين عامًا إنجاز رائع، حتى بالنسـبة إلى هذه الكائنات!". ويسـعى العلمـاء في المرحلـة القادمـة إلى فهـم الطريقـة التي يتم بها جبر أضـرار الحمض النووي لتمكين الكائـن من العـودة إلى الحيـاة، في هـذا النمط الفريـد من البقـاء على قيد الحياة المسـمَّى حالة السبات (cryptobiose) (أي التوقف التام لعملية الأَيْض). ■

(١) CONGELÉ PENDANT TRENTE ANS, UN TARDIGRADE REVIENT À LA VIE, Science & Vie 1183, P 18-19



٨ لذوات الخطو البطيئ موهبة خارقة للبقاء على قيد الحياة، وذلك من خلال قدرتها على وضع آلياتٍ لإصلاح الحمض النوويِ، وهو ما لم يتوصل العلماء بَعدُ إلى الكشف عن أسراره.



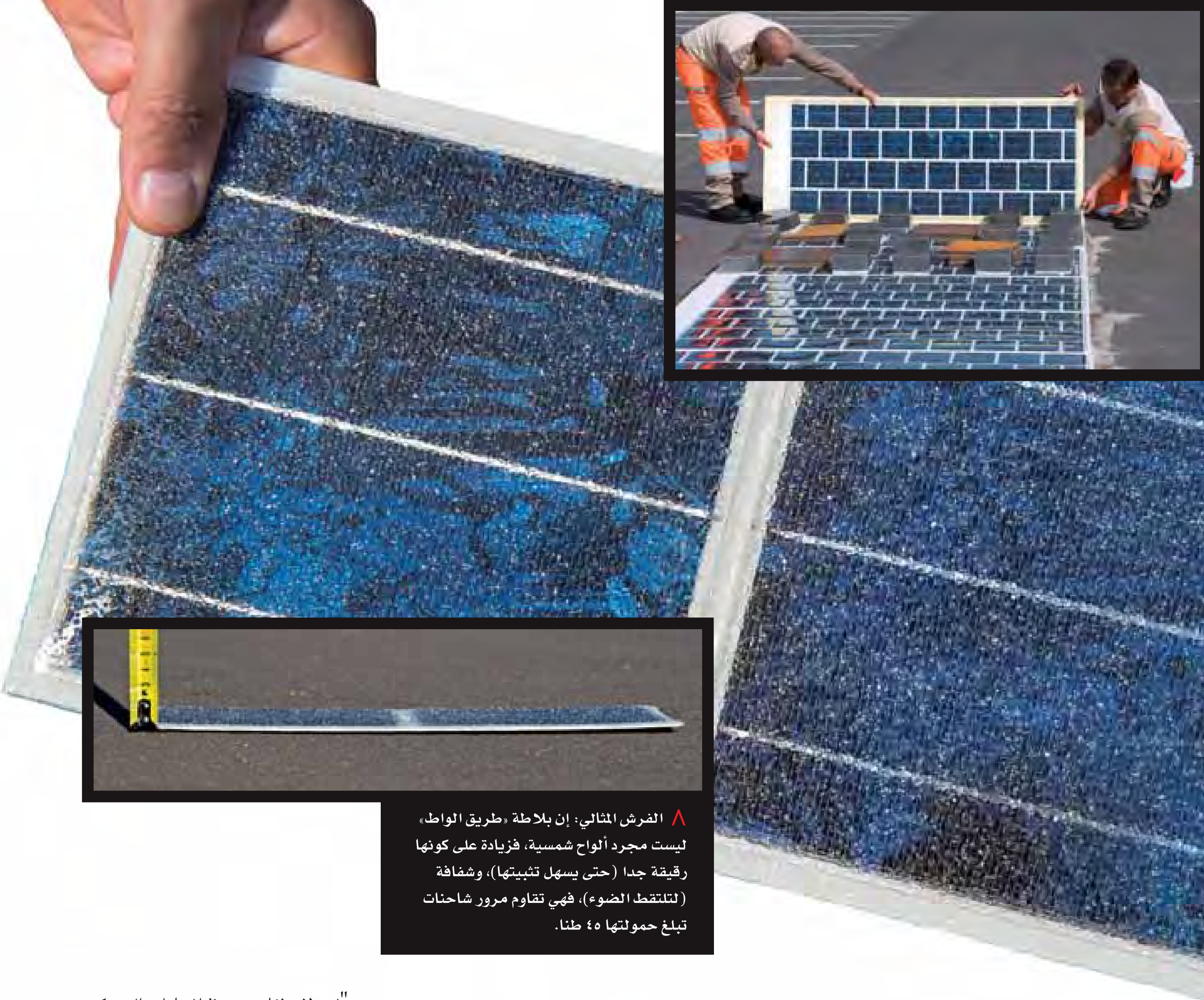
بلاطة من الألواح الشمسية

الطرقات ستُولِّد الكهرباء![1]

يمكننا تعويض أسفلت الطرقات بطلاء من الألواح الشمسية، وبهذه الطريقة نجعل من شبكة الطرقات محطة لتوليد الكهرباء: هذا الحلم الذي راود أحد المهندسين أخذ يجد طريقه إلى التطبيق. وها هو نموذج أولي لبلاطة شمسية قد استُحدِث، مواجه لكل التحديات. وهذا إنجاز رائع، سيحدد معالم طرقات المستقبل، كما يؤكد **بيار-إيف بوكي**[٢].

في البداية، كان الإنسان يسلك الطرق الريفية البسيطة. وبداية من القرن الرابع قبل الميلاد وجدت الطرق الرومانية المرصوفة. وبعد مدة طويلة جدًا، في القرن ١٩، وجدت الطرق المسفلتة، وأخيرا، ولدت الطرق السريعة في القرن العشرين. والآن، ها هو جيل جديد من الطرق يتأهب للظهور في الأشهر القليلة القادمة...

وفعلا، فإن الطرق المعبدة ستكتسي أهمية جديدة لأنها ستكون... منتجة للكهرباء! والأمر في هذه المرة جادٌ تمامًا. ذلك أن الأبحاث حول طرقات الجيل الخامس هذه، ازدهرت في مختلف البلدان، ولكنها لم تؤدِّ إلى الآن إلى مشاريع قابلة



^ الفرش المثالي: إن بلاطة «طريق الواط» ليست مجرد ألواح شمسية، فزيادة على كونها رقيقة جدا (حتى يسهل تثبيتها)، وشفافة (لتلتقط الضوء)، فهي تقاوم مرور شاحنات تبلغ حمولتها ٤٥ طنا.

© JOACHIM BERTRAND / COLAS

للتنفيذ. ولقد أُثبِت بالدليل اليوم أن الطرقات يمكنها أن تُرصَف بألواح شمسية تجمع بين تحمّل المرور الثقيل والمستمر للمركبات، وسهولة التثبيت، وجودة المردودية.

وللوهلة الأولى، فإن فكرة استخدام الطريق لإنتاج الكهرباء يمكن أن تبدو مثيرة للسخرية. فكيف يُتصوَّر إدراج خلايا شمسية في الطريق؟ إن تلك الأشرطة الواهية من السيليكون التي لا يتجاوز سمكها ٢٠٠ ميكرومتر (200 µm) تبدو غير متوافقة مع خشونة بيئة الطرقات.

ورش عمل لتحسينها

على الرغم من أفقية الطريق المعبدة، في حين أن الألواح الشمسية تكون مائلة ثلاثين درجة إلى الجنوب، ورغم الظلال التي تتسبب فيها حركة المرور، ورغم التعرض للشحوم، والغبار، والأوراق، وغيرها من الأوساخ، التي يمكن أن تقلل من جدواها...

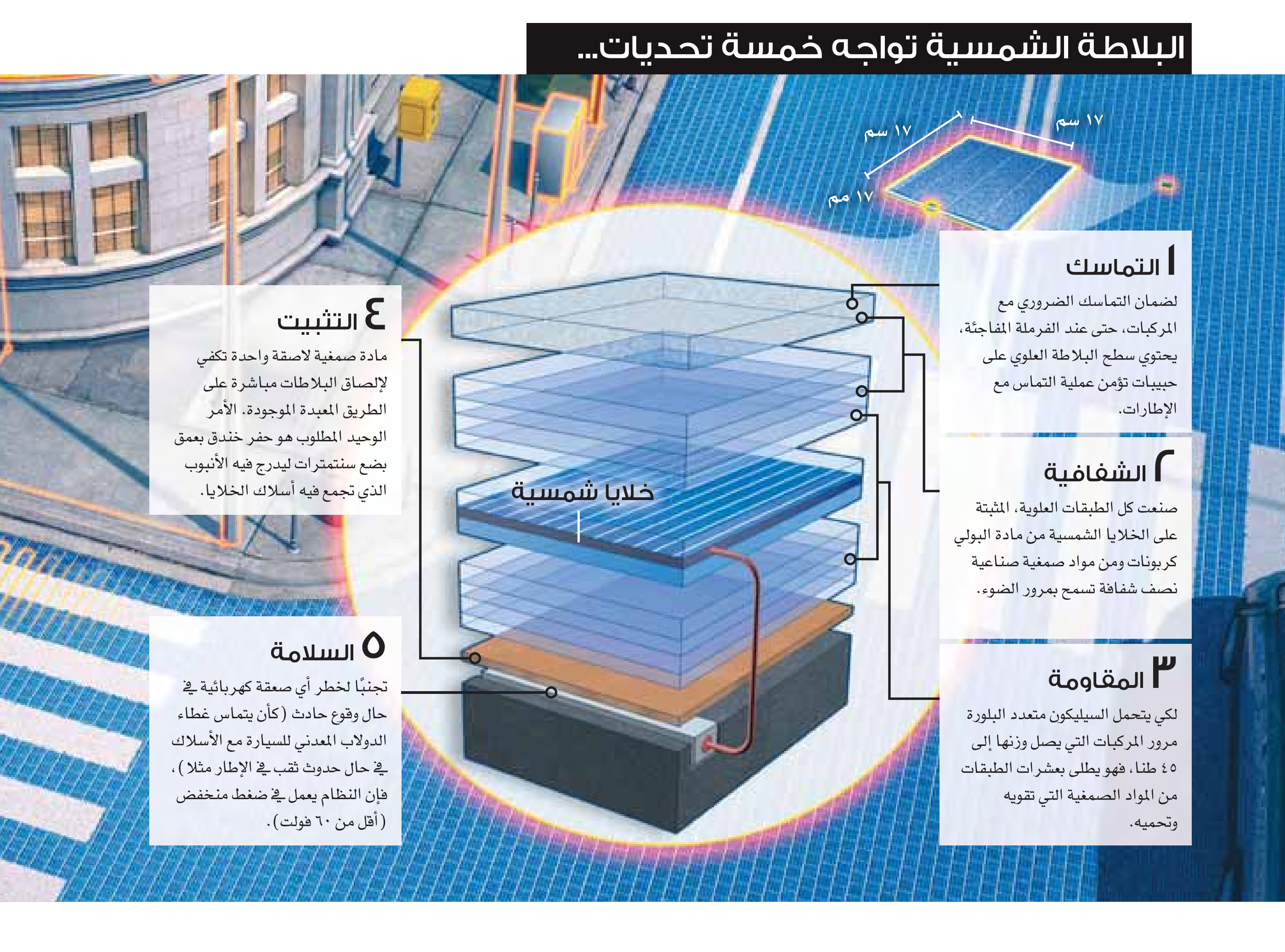
رغم هذه العراقيل كلها، فإن مشروع المنشأة الفرنسية كولاس (Colas) دخل منذ فترة زمنية قصيرة مرحلة التصنيع. وتستعد هذه المنشأة التابعة لشركة بُويقس (Bouygues)، والمتخصصة في الطرقات، للبدء خلال هذا الربيع في بناء الجزء الأول من أول طريق معبدة في العالم قادرة على إنتاج الكهرباء. ويشرح تلك المهمة فيليب رافان (Philippe Raffin)، المدير الفني للبحث والتطوير في منشأة كولاس، فيقول: "لقد لاحظنا، حتى في المسارات التي تكون فيها حركة المرور كثيفة، أن الطريق مفتوح على السماء ما يقرب من ٩٠٪ من الوقت. وهو ما يجعل منها مرشحة جيدة لتلقي الخلايا الشمسية. (...) وبالفعل فقد بدأت ورش العمل المعنية بذلك في النصف الأول من شهر مايو الماضي.

←

مراجع

في سنة ١٨٣٩م، اكتشف عالم الفيزياء الفرنسي أنطوان بيكرال (Antoine Becquerel) أن الطاقة الشمسية يمكن تحويلها إلى كهرباء. وقد كانت ولادة الطاقة الشمسية في شكل خلايا سنة ١٩١٣م، ثم في شكل ألواح سنة ١٩٥٤م. واليوم، يصل إنتاج الطاقة الشمسية في فرنسا إلى ٦,٧ تيراواط ساعة، أي ١,٤٪ من مجموع الاستهلاك الكهربائي الوطني.

البلاطة الشمسية تواجه خمسة تحديات...



١ التماسك
لضمان التماسك الضروري مع المركبات، حتى عند الفرملة المفاجئة، يحتوي سطح البلاطة العلوي على حبيبات تؤمن عملية التماس مع الإطارات.

٢ الشفافية
صنعت كل الطبقات العلوية، المثبتة على الخلايا الشمسية من مادة البولي كربونات ومن مواد صمغية صناعية نصف شفافة تسمح بمرور الضوء.

٣ المقاومة
لكي يتحمل السيليكون متعدد البلورة مرور المركبات التي يصل وزنها إلى ٤٥ طنا، فهو يطلى بعشرات الطبقات من المواد الصمغية التي تقويه وتحميه.

٤ التثبيت
مادة صمغية لاصقة واحدة تكفي لإلصاق البلاطات مباشرة على الطريق المعبدة الموجودة. الأمر الوحيد المطلوب هو حفر خندق بعمق بضع سنتمترات ليدرج فيه الأنبوب الذي تجمع فيه أسلاك الخلايا.

٥ السلامة
تجنبًا لخطر أي صعقة كهربائية في حال وقوع حادث (كأن يتماس غطاء الدولاب المعدني للسيارة مع الأسلاك في حال حدوث ثقب في الإطار مثلا)، فإن النظام يعمل في ضغط منخفض (أقل من ٦٠ فولت).

← غير أن الفكرة لم تقنع منذ البداية المتخصصين من أمثال فرانك باروال (Franck Barruel)، رئيس مختبر أنظمة الألواح الشمسية بالمعهد الوطني للطاقة الشمسية، وكانت منشأة كولاس قد طلبت

يجب أن يكون تماسك إطارات المركبات مع البلاطات قريبًا من تماسكها مع الاسفلت

مساعدته سنة ٢٠١١م، يقول: "في البداية، بدا لي المقترح خياليًا. ولكن بعد التروي، قبلت أخيرًا لاعتقادي أن عوائق من هذا النوع ستطوّر حتمًا التقنية".

وبعد خمس سنوات من البحث والتطوير، كانت النتيجة في مستوى التطلعات: فقد توصل الباحثون إلى اختراع بلاطة مستطيلة الشكل (طولها ١,٧٠م، وعرضها ٠,٧٠م)، لا يتجاوز سمكها ٧مم، أطلق عليها اسم طريق الواط (Wattway)، يكفي أن يتم لصقها بواسطة مادة صمغية على طريق معبدة موجودة. إنه إنجاز حقيقي، على الصعيدين التقني والتجاري في الوقت نفسه. ذلك، أن هذه البلاطة، تجعل من أي طريق طريقًا شمسيًا دون أن يتم تجديدها بشكل كلي.

وقد واجهت منشأة كولاس والمعهد الوطني للطاقة الشمسية تحديات كثيرة قبل تحقيق هذه النتيجة. أوّلها العثور على حل يسمح بتحمل مرور الشاحنات التي يصل وزنها إلى ٤٥ طنا! ولذلك قام الباحثون بإحصاء الخلايا الشمسية المستخدمة في السطوح والتي يمكن أن تذلل صعوبات من هذا القبيل. وتم القيام بتجارب أولى مشجعة على ألواح مصنوعة من السيليكون الرخو (غير المتبلور)، وهي مرنة وأقل هشاشة من مثيلاتها الصلبة. ويوضح فيليب روفين أن "مشغلين صينيين احتكروا السوق فجأة، وهو ما أثار مخاوف من حيث سلامة الإمدادات".

ومن هنا، انطلق المشروع مرة أخرى من الصفر، واتجه إلى السيليكون الصلب متعدد البلورة. ويصرح فرانك باروال بأن "هذا النمط من الخلايا شديد الهشاشة. وكأننا نريد أن نقود سيارة على قطعة بسكويت دون أن نكسرها!".

فما الحل يا ترى؟ هو أن نحشر تلك الخلية من جهتين حتى نكسبها الميزتين

... بالنسبة إلى طريق قد يمثّل ثورة في مجال الطاقة

إن تزويد ٢٠٪
من طرقات فرنسا ومواقفها ببلاطات شمسية يمكن أن يؤمن مجموع احتياجات البلاد من الكهرباء.

إن بناء ١كلم
من الطرقات الشمسية سيوفر الإضاءة العمومية في مدينة يبلغ عدد سكانها ٥٠٠٠ نسمة.

المصطلح

السيليكون يمكن أن يكون رخوا، أو أحادي البلورة، أو متعدد البلورات. وتُستخدم هذه الصيغة الأخيرة، المكونة من بلورات متنوعة، في صناعة الألواح الشمسية، كما تُستخدم في الشرائح الإلكترونية، وفي وحدات معالجة المعلومات في الحاسب الآلي.



الميكانيكيتين المطلوبتين: الصلابة، والتماسك بالنسبة إلى الطبقة العليا، والمرونة، والمتانة، إلخ. وعلى هذا الأساس تكونت البلاطة من طبقات من أنواع السيليكون الصناعية متنوعة الخصائص، احتفظت منشأة كولاس بطبيعة الحال بسر تركيبتها...

وعلاوة على ذلك، قُدِّم مطلبان للحصول على براءة اختراع، يتعلق أحدهما بالطبقة العليا. وبما أنها على اتصال بإطارات السيارات، فالمطلوب أن تستجيب لحاجتين: أولهما ألا تحجز الضوء، والثانية أن تؤمّن التماسك الضروري للمركبات. وبعبارة أخرى، فإن العملية تحتاج إلى جعل الأسفلت (الخليط المكون من الزفت والحصى) شفافا! كيف تم الحصول على ذلك؟ يبدو أنها مادة صمغية صناعية، نصف شفافة، مقاومة، قريبة من البولي كربونات، تُصَبُّ فيها حبيبات شبيهة بالزجاج. ويُشِيد فيليب رافان بهذا الاختراع قائلا: "تمثل بلاطاتنا مردودية تتراوح بين ١٥ و١٦٪، قريبة من مردودية السطوح، التي تتراوح بين ١٧–١٨٪".

وفي مرحلة أولى، ستُضَخُّ الكهرباء التي يَتمُّ إنتاجها في شبكة، ولكن منشأة كولاس بدأت تخطط لإمكانيات استهلاكها محليا. وفي هذا السياق، يعطي فيليب رافان بعض التفاصيل فيقول: "بخمسة وعشرين مترًا مربعًا من بلاطات «طريق الواط»، يمكننا أن نزود بيتا يستهلك ما بين ٢٥٠٠ و٢٧٠٠ كيلوواط ساعة سنويا، دون احتساب التدفئة الكهربائية. ويكفي كيلومتر واحد من الطرق الشمسية لتوفير الإضاءة في مدينة يبلغ عدد سكانها ٥٠٠٠ نسمة".

ويضيف إيفونيك دوران (Yvonnick Durand)، المهندس المتخصص في الطاقة الشمسية في وكالة البيئة والتحكم في الطاقة، قائلا: "لم نقم بعد باختبارات، ولكن هذه التوقعات تبدو لي متفائلة أكثر مما ينبغي. فحتى لو عرَّضنا الألواح الشمسية للشمس مدة طويلة، فإن الوضعية الأفقية للاقطات تتسبب في ضياع ما يقرب من ١٠٪ من كمية الكهرباء التي يتم إنتاجها، دون حساب ظلال المركبات وأوساخ الطريق. وبناء على ذلك، فإن هذا الحل لا يمكن إلا أن يكون بديلا عن ألواح سطوح البنايات، خصوصا في المناطق المأهولة". وربما كانت تلك البلاطات مفيدة في المناطق البعيدة عن الشبكة الكهربائية أو في البلدان النامية، التي تستهدفها أيضًا منشأة كولاس.

اختبارات مكثفة

صرّحت المنشأة بأنها تلقت إلى حد الآن مئات الطلبيات من جهات تريد التزود بتلك الألواح الشمسية، ولكنها تركز جهودها هذه السنة على بضع عشرات من الورش لتحسين أجهزتها. وعلى كل حال، فإن المزيج تم تصوّره ليكون صالحًا لكل الحالات. ويفسر فيليب رافان ذلك قائلا: "في العادة، تعتمد اختبارات تحدد الطريق (وهو هبوط في سطح الطريق يكون على شكل أخاديد طولية تظهر في مسار المركبات) على محاكاة حوالي ٣٠٠,٠٠٠ عملية ذهاب وإياب بالنسبة إلى إطار شاحنة. وقد زدنا في الاختبار إلى حد مليون عربة، دون أن تصاب أجهزتنا بأذى".

وبهذا تكون منشأة كولاس قد قطعت شوطًا كبيرًا مقارنة بالتجربة العالمية الأولى للطريق المعبدة بالخلايا الشمسية: والتي كانت عبارة عن سلك خاص بالدراجات ←

← يبلـغ طولـه ٧٠ مترا، أُطلق عليه اسـم «طريـق الشـمس»، أقيـم في أواخـر سـنة ٢٠١٤م شـمال مدينة أمستردام (هولندا). وطوَّرتـه المنظمـة الهولندية للبحـث العلمي التطبيقـي، وينطلق من المبدأ نفسـه: خلايا شمسـية مطلية بطبقة عازلـة (من الزجاج المبـرَّد)، ولكن بشـروط مقاومـة ميكانيكية أقـل بكثير. وقد تقـرر أن يُختبر الجهاز إلى نهاية السـنة، قبـل أن يُسـتخدم على نطاق واسع يشمل الطرقات العادية.

والثلـج. والأمريـكان الآن بصـدد تطويـر نموذج من هذه البلاطات.

المسـلك الأخيـر، وهـو أقـل تقدمًـا من المسـالك السـابقة يمثلـه المعهـد الفرنسـي لعلـوم وتقنيـات النقـل والتجهيز والشـبكات (Ifsttar)، الـذي قـدم منـذ فـترة وجيـزة نموذجًا هجينًا لرصف الطرقات، قادرًا على إنتاج الكهربـاء الشمسـية، وعلى الاسـتفادة من الحـرارة التي تجمعها الطرقات بسـبب تعرضها لأشعة الشمس.ويؤكد نيكولا هوتيار

الشمسـية تتوفـر علـى فائـدة أخـرى: هي أن نشـر الطاقـة الكهربائيـة الشمسـية لدى الخـواص يتوقـف علـى حسـن إدارتهـم. ذلـك، أن الطرقـات تسـيِّرها الإدارات المحليـة. ومن هنا، فإن القضيـة هي قضية اختيـار سياسـي". وفي نهايـة شـهر يناير، أعلنت سـيجولين روايال (Ségolène Royal)، وزيـرة البيئـة، التي لم تكن تخفي حماسـها لمشـروع منشـأة كولاس، أنه سـيتم إنشـاء ١٠٠٠كيلومتـر مـن الطرقات الشمسـية في فرنسا.

كهرباء البلاد بأكملها

يقـدّر نيكـولا هوتيـار أن "المسـاحة الإجماليـة للطرقـات والمواقـف في فرنسـا تقـارب ١٧,٠٠٠ كلـم[٢]، ولو أننـا زودنا ٢٠٪ منها ببلاطـات شمسـية ذات مردودية تبلغ ١٥٪، فإن هذا سـيؤمن مجمـوع احتياجات البـلاد من الكهرباء". ولئـن بدا هذا الرقم غريبا لا يُصـدَّق، فإن وكالة البيئة والتحكم في الطاقة تؤكده إجمالا.

إن انتشـارًا مـن هـذا القبيـل يمكن أن يسـاعد أيضًـا على تخفيض سـعر البلاطة الشمسـية. فمنشـأة كولاس لا تتحـدث في موضـوع كلفة الشـبكة –قائلة: "هذا يتوقف على الورشـة"– ولكن فيليب رافـان يُقِرُّ بأن جهازها يظل أغلى ثمنًا من ألواح السـطوح، ويضيف: "في مجال طاقة الكهرباء الشمسية التقليديـة، ثمن الـواط – الأقصـى «الواط كريت بالفرنسية، والواط بيك بالإنجليزية» (وهـو القوة التـي يمكن أن توفرها الشـبكة في حـال تعرض لأشـعة الشـمس يبلـغ ١٠٠٠واط/م[٢]، وفي حـرارة تبلـغ ٢٠ درجـة مئويـة) يـتراوح بـين ٢ و١٠ يـورو، بحسـب المساحات المجهزة والحاجات. ونحن نطمح، مـع مشـروع طريـق الـواط، إلى جعـل ثمن الـواط الأقصـى في حـدود ٦ يـورو". وبهذا الثمن، فـإن مسـتقبل الاتحاد بـين الطريق والشمس يبدو زاهرا. ■

(١) DALLE PHOTOVOLTAÏQUE: LES ROUTES VONT PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ!, Science & Vie 1184, P 90-94

(٢) Pierre-Yves Bocquet

فكرة لإعادة شحن المركبات الكهربائية

بإمكان الطريق الشمسية أن توفر وسيلتين جديدتين لإعادة شحن السيارات الكهربائية... وتقدم حلا للمشكلة المتمثلة في مدة اعتماد البطارية على طاقتها الذاتية. ويكون ذلك إما بطريقة ساكنة، باستخدام طرف توصيل ثابت على قارعة الطريق، تزوده الطريق المعبدة الشمسية بالطاقة. وإما بطريقة متحركة، خلال سير المركبات: وهنا تتم إعادة الشحن بواسطة المحاثّة الكهربائية، عن طريق حقل مغناطيسي تبثه الطريق بفضل الكهرباء التي تنتجها بنفسها. ويؤكد فريديريك كانال (Frédéric Canal)، رئيس مصلحة البحث حول الحركية الكهربائية في شركة رينو أن: "الطريق الشمسية فرصة أخرى سانحة لإنتاج الكهرباء البيئية، والتشجيع على ازدهار السيارات الكهربائية".

كما أن مشـروع كولاس يبدو أكثر واقعية مـن مشـروع الطرقـات الشمسـية (Solar Roadways)، الـذي يقـوم بـه مقاولـون أمريـكان: وهـو يتمثـل في خلايـا شمسـية مدمجـة في بلاطات سداسـية أشـد سـمكًا بكثيـر مـن بلاطـات كولاس (حوالي عشـر سـنتمترات)، وهـي بدورهـا مركّبـة علـى أعمـدة، وغيـر ملصـقـة. وما يجعل انتشـار هـذه البلاطات عسـيرًا أن تركيبها يتم عند بنـاء الطريـق. ومع ذلك، فإن لها خاصـية، هي أنها تتضمن مصـابيح الصمام الثنائي الباعث للضـوء المعروف اختصـارًا بـ إل. إي. دي. (LED) لعلامات المرور، كما أنها تحوي جهـازًا للتدفئـة يسـاعد على إذابـة الجليد

(Nicolas Hautière)، مدير مشـروع طريق الجيـل الخامـس في المعهد الفرنسـي لعلوم وتقنيـات النقـل والتجهيـز والشـبكات أن "إنجاز العملين في وقت واحد يسـاعد على تبريـد الخلايـا الشمسـية، التي تميـل إلى الاحـترار ممـا يؤثـر سـلبًا في عملهـا، كما يسـاعد علـى الاسـتفادة من تلـك الحرارة في اسـتخدامات أخـرى. فتلـك الحـرارة يتم اسـتغلالها بواسطة سـائل (ماء مالح) يخـترق الطريـق المعبـد، الـذي يتكـون من أسـفلت مسـامي. وهذا المـاء الدافئ يمكن أن يُخـزَّن لاحقا في صـهاريج تحت الطريق ويُسـتغَلّ بعد ذلك".

ويذكـر نيكـولا هوتيـار أن "الطـرق



* للاستزادة

للمشاهدة: تقديم حركي لطريقة عمل بلاطة «طريق الواط».
للقراءة: عرض موجز حول الطريق الشمسية الهجينة. الروابط المباشرة على الموقع

science-et-vie.com

أول سواتر رقمية مضادة للضجيج تم اختبارها على طول الطرقات

في «المدن الذكية» المستقبلية، ستصبح الجدران المضادة للضجيج التي تقام على طول الطرقات عناصرَ تواصلٍ رقمي. هذه على كل حال نظرة المهندسين المعماريين في الوكالة الباريسية فيليبون–كالت (l'agence parisienne Philippon–Kalt). فمن جهة الطريق، تصوَّروا حاجزًا مقعَّرًا أطلقوا عليه اسم بونكاوال (Ponkawall)، مصنوعًا من الخيزران، له قدرة على امتصاص الضجيج تفوق قدرة الجدار السمعي التقليدي. أما من جهة المدينة، فإن ألواحًا شمسية تنتج الكهرباء الضرورية لعرض رموز ضوئية عملاقة، يشاهدها السكان من مسافة تصل إلى ٥٠م، وتمكنهم من الوصول إلى معلومات متنوعة باستخدام هواتفهم الذكية. ويوجد الآن نموذج من تلك الألواح الشمسية يبلغ حجمه ٤م×٤م في طور الاختبار على الطريق رقم A86 في بلدة إيل سان دوني (فرنسا). وتقول بريجيت فيليبون (Brigitte Philippon) إن "هذه الألواح تعمل من الناحية التقنية. ولكننا ما نزال بحاجة إلى تحسين هذا النموذج الاقتصادي حتى يصبح حقيقة ملموسة في حدود سنتين".





ثاني أكسيد الكربون

٣ أفكار عبقرية لإعادة معالجته[١]

احتجاز ثاني أكسيد الكربون عند خروجه من المصانع، أمر نعرف كيف يتم القيام به تقنيا. ولكن ما ترانا نفعل به؟ يجيب **إيتيان تييري-إيميه**[٢]: إن هذا الغاز الذي يُنظَر إليه بازدراء، بدل أن نخزنه، يمكن أن نستخدمه لابتكار منتوجات صناعية، وبهذا نضرب عصفورين بحجر واحد. وقد توصل الباحثون حاليًا إلى ثلاثة مسارات لتحقيق هذا الغرض...

مستحضرات التجميل، المواد البلاستيكية، الآجر، قوالب الخرسانة، السماد، وحتى الوقود... كل هذه المنتجات يمكن أن تَحمل في القريب العاجل لافتةً كُتِبَ عليها: "مركّب من ثاني أكسيد الكربون المعادة معالجته". هذا ليس حلما. فالعدو المناخي الأول يمكنه أن ينقلب مادة من المواد الأولية!

فهل هذا يعني أن ثاني أكسيد الكربون أصبح موردا صناعيا؟ الحقيقة، أن هذه الفكرة ليست جديدة. فصناعة المشروبات الغازية تستخدمه حاليا مادةً مضافة؛ والصناعة النفطية تستعمله مسهلا لاستخراج النفط من الآبار، إضافة إلى الصناعة الغذائية التي تحوّله مخصبا زراعيا.

ومع ذلك، فإن هذه الاستخدامات تظل هامشية. خصوصا أن ثاني أكسيد الكربون المستخدم، لم يتم احتجازه، إجمالا، عند خروجه من المصانع لإعادة معالجته... وإنما هو مستمدّ من مخزونات طبيعية جوفية- إنه أمر لا يصدق! إلى درجة أن نسبة ثاني أكسيد الكربون الذي يعاد معالجته اليوم، والمنبعث من المصانع، لا تتجاوز ٠,٥٪.

وهذا الوضع غير مقبول، ومناف للالتزامات التي قطعتها الدول على نفسها لمقاومة الاحتباس الحراري. والحال أن التقنيات التي تمكّن من احتجاز ثاني أكسيد الكربون عند خروجه من المصانع متطورة جدا! فاحتجاز ثاني أكسيد الكربون، ونقله، وتخزينه، أصبحت اليوم فرعا من فروع الاقتصاد قائمًا بذاته، يعرف باسم «سي سي إس» (بالإنجليزية: Carbon Capture and Storage، أي احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه).

ولا يهدف هذا الفرع إلى استخراج غاز الكربون من الغلاف الجوي. صحيح، أن الشهور الأخيرة شهدت مشاريع أشجار اصطناعية، وجدران مكيفات أخرى تعمل على احتجاز ثاني أكسيد الكربون في الجو. ولكن أنطوان فيكان (Antoine Fecant)، مهندس البحث في المعهد الفرنسي للنفط والطاقات الجديدة (IFPEN)، يصف تلك المشاريع بأنها "لا تعني شيئا في مجال الطاقة"، لأن ثاني أكسيد الكربون الجوي غير مركز بشكل كاف.

وبالمقابل، فإن نسبة تركيزه في أعلى

مؤشرات

حوالي ٣٦ مليار طن من ثاني أكسيد الكربون يُلقَى بها سنويا في الغلاف الجوي بسبب الأنشطة التي يقوم بها الإنسان. وتنشأ نصف تلك الانبعاثات من «مصادر صناعية مكثفة» (مداخن محطات توليد الطاقة الحرارية، مصانع الإسمنت...)، وبالإمكان احتجازها وإعادة استخدامها في مجال التصنيع. ولكننا اليوم لا نستفيد إلا من ٢٠٠ مليون طن منها.



M.RENNERTZ/BAYER MATERIAL SCIENCE AG.

مداخن المصانع كافية. وتتراوح نقاوته بين ٢ و٢٠٪ عند خروجه من محطات توليد الطاقة الحرارية، وتقترب من ٥٥٪ عند خروجه من إحدى المصافي، وتبلغ ٩٠٪ عند خروجه من مصنع للنشادر.

وهذا مهم، لأن الصناعة تحتاج إلى الغاز النقي أو المنقَّى لتتمكن من استغلاله. ويؤكد تيبو كانتا (Thibault Cantat)، المتخصص في كيمياء ثاني أكسيد الكربون في معهد إشعاع المادة بساكلاي (إيراميس/مفوضية الطاقة النووية والطاقات البديلة)، الذي تهدف أعماله إلى الاستفادة من ثاني أكسيد الكربون في مجال الصناعة الكيميائية، أن "الأمر يكتسي أهمية أكبر في حقل الكيمياء الدقيقة".

ويخزَّن ثاني أكسيد الكربون الذي يتم احتجازه عند خروجه من المصانع في أقبية (وهو ما يسمى الاحتجاز الجيولوجي) أو في حاويات صناعية. وفي نهاية المطاف، فإن وكالة البيئة والتحكم في الطاقة (Ademe) تقدر أن ٩٠٪ من الانبعاثات الصادرة عن محطات توليد الطاقة الحرارية يمكن حبسها. وتلخص عائشة الخمليشي (Aïcha El Khamlichi)، التي نسقت الدراسة مع وكالة البيئة والتحكم في الطاقة، الموضوعَ بقولها: "لقد أصبحنا اليوم نعرف كيف نحتجز ثاني أكسيد الكربون. ولكن المشكلة هي أن نعرف ماذا سنفعل به لاحقا؟".

«الاستفادة» من الانبعاثات

كثيرة هي الأجوبة الناتجة عن هذا السؤال. والسبب في ذلك هو أن مسالك البحث تعددت في السنوات الأخيرة، بدافع الحاجة الماسة إلى تجريب كل الحلول للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتتوقع عائشة الخمليشي "أننا سنكون، بعد عشرين أو ثلاثين عاما، قادرين على الاستفادة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة تتراوح بين ٣ و٥٪". أي ما يفوق النسبة الحالية عشر مرات.

ولكن بأي صيغة يمكن الاستفادة منه؟ لقد تم استكشاف ثلاثة مسالك (اقرأ المؤطرات في الصفحات التالية): المسلك الأول إدماج ثاني أكسيد الكربون كما هو، في منتجات الخرسانة (القوالب، الصفائح، الآجر...)؛ والمسلك الثاني تحويله منتجا وسيطا في الصناعة البتروكيميائية (الصمغيات، البوليمرات...)؛ والمسلك الثالث تحويله وقودًا صناعيًّا.

وقد بدأنا نشهد في أنحاء مختلفة من العالم، ظهور مشاريع تحاول أن تستكشف كل مسلك من هذه المسالك. وبلغ الأمر بعدد من تلك المشاريع أنها استطاعت أن تقتحم مجال التسويق: كما هو الحال بالنسبة إلى منتجات الخرسانة المصنوعة من ثاني أكسيد الكربون (اقرأ ص ١٣٥).

أما المسلكان الآخران (البتروكيميائيات والوقود) فهما أكثر دقة، لأنهما يمران ←

٨ مشاريع متطورة بشكل كبير

يعمل الصناعيون مع مختبرات متخصصة في كيمياء ثاني أكسيد الكربون، مثل مختبر كات (CAT) المركز التحفيزي بجامعة إكس-لا-شابيل (ألمانيا)، وهو يقوم على الخصوص باختبار الرغَاوي العازلة المصنوعة أساسا من ثاني أكسيد الكربون.

← بمرحلة تحويل كيميائي لثاني أكسيد الكربون. غير أن مواده (المكونة من ذرتي أكسجين مرتبطتين بذرة كربون) تتسم على الخصوص بالثبات. بحيث يكون من الضروري، لتحويلها إلى مواد أكثر تعقيدا، وبالتالي أكثر فائدة للصناعة، أن "نستعين بكمية وافرة من الطاقة: إما فيزيائيا، بواسطة الكهرباء أو الحرارة، وإما كيميائيا، باستخدام كواشف ذات شحنات عالية من الطاقة، مثل الهيدروجين" كما يؤكد أنطوان فيكان.

وهذا الوضع يثير بالتأكيد مشكلة: فإذا كانت نسبة الطاقة والكواشف التي نحتاجها كبيرة، فإن كلفة عملية الكربون ستصبح باهضة. إلى حد أن فائدة إعادة معالجة ثاني أكسيد الكربون ذاتها ستوضع موضع شك.

عمليات أكثر تقشفا

توفر لنا الدراسة التي أجرتها وكالة البيئة والتحكم في الطاقة جوابا مقنعا. فقد قامت بتمثيل صوري للانبعاثات في ثلاث عمليات لإعادة معالجة ثاني أكسيد الكربون: إحداها لإنتاج حبيبات، والثانية لإنتاج حمض الفورميك، والثالثة لإنتاج الميثانول. وتبين لها، في الحالات الثلاث –وهي ذات قيمة مرجعية بالنسبة إلى مجموع البدائل الممكنة– أن العمليات التي يُستخدَم فيها ثاني أكسيد الكربون المعادة معالجته ليست فقط أكثر جدوى من العمليات التقليدية، بل إن آثار الكربون الباقية فيها منعدمة: وذلك لأن كمية ثاني أكسيد الكربون التي تمتصها أكثر من الكمية التي تطلقها.

ويكمن سرُّ هذه الحصيلة الإيجابية في اعتماد عمليات أكثر تقشفا في الطاقة، تستغني عن المنتجات المشتقة من النفط، وهي غنية جدًا بالكربون، وتستخدم حفّازات توفر أفضل الظروف للتفاعلات الكيميائية.

ومن الناحية العملية، تشكل هذه العمليات تحديا حقيقيا للمهندسين الكيميائيين... ولكنه تحد نجحت بعض الفرق البحثية فعلا في مواجهته.

وقد بدأنا، في الوقت الحاضر، نشهد ولادة رغاوي البُولي يُوريثان[٣] المستخرَجة من ثاني أكسيد الكربون، ونوع من الوقود للمُرَكبات الهجينة. وليس ثمة أدنى شك، في أن ثاني أكسيد الكربون الذي يتم احتجازه عند خروجه من المصانع أصبح اليوم جزءا لا يتجزأ من المواد الأولية المستخدّمة في المجال الصناعي.

وبطبيعة الحال، فإن إعادة معالجة عدو البيئة الأول لا تكفي لتحقيق النصر في مقاومة الاحتباس الحراري. وحتى لو أننا ضاعفنا عشر مرات الكميات المعالجة، فإنها لن تكون بالقدر الكافي. دون أن ننسى أن ثاني أكسيد الكربون المعاد معالجتُه لا يبقى على حالته الجديدة إلا وقتا يسيرا: فهو يتحرر من جديد، حين يتفكك المنتَج الذي يحتويه (كالخرسانة مثلا)، أو يحترق (كالوقود، والمواد البلاستيكية). ومع ذلك، فإن العمليات الصناعية التي تُدرج ثاني أكسيد الكربون فيه تكون هي نفسُها قليلةَ الكلفة من ناحية الطاقة.

وخصوصا في مجال البتروكيميائيات، حيث تؤكد أليسّاندرا كوادريلّي (Alessandra Quadrelli)، الباحثة المساعدة في المركز الوطني للبحث العلمي، أستاذة كرسي التنمية المستدامة بالمعهد العالي للكيمياء والفيزياء والإلكترونيات بمدينة ليون (فرنسا) الذي ينظم كل سنتين «منتدَى ثاني أكسيد الكربون»، أنه "يجب أن نستحضر عمليات استخراج الهيدروكربونات التي قد نكون تلافينا اللجوء إليها!".

ويقول تيبو كانتا: "لو أن كل منتجات الكيمياء الحالية، أصبحت في وقت قريب تُنتَج انطلاقا من ثاني أكسيد الكربون –وهو أمر ما يزال بعيد المنال– لوفرنا مليارى طن من ثاني أكسيد الكربون في السنة". وهذا يناهز ٦٪ من مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن الأنشطة البشرية. وبذلك فإن المستقبل يشير إلى أن هذا الغاز غير المرغوب فيه من المناخ سيتمكن من الأخذ بثأره.

صناعة البناء والأشغال العامة

يتم احتجاز ثاني أكسيد الكربون عند خروجه من مداخن المصانع

ثاني أكسيد الكربون

١- ثاني أكسيد الكرب

تحتل الخرسانة المركز الثاني في سلم المواد المستخدمة في العالم، بعد الماء. ويتربع إنتاج الإسمنت، الذي يدخل في تركيب الخرسانة (لأنه يربط حبات المادة: الرمل، والحصى...)، على عرش الانبعاثات الصناعية لثاني أكسيد الكربون، شاغلا المرتبة الثانية. ومعنى هذا، أن الخرسانة التي يتسبب إنتاجها في انبعاث القليل من ثاني أكسيد الكربون، والتي، تتميز بقدرتها على تخزين ذلك الغاز غير المرغوب فيه، أشبه ما تكون بالمعجزة. إن هذه المعجزة موجودة حقا!

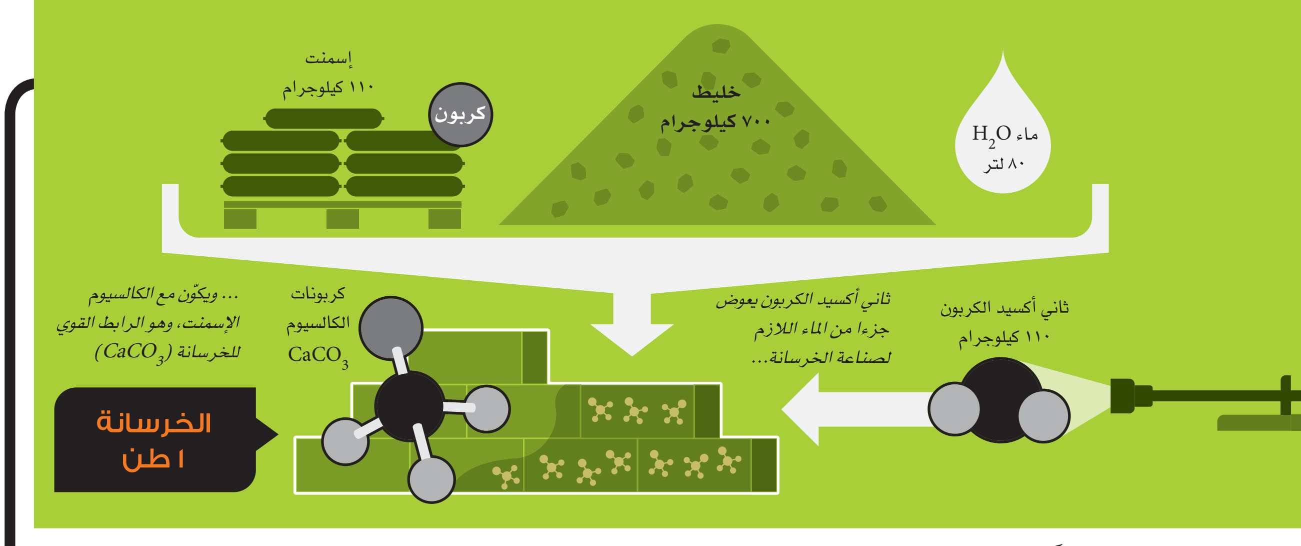
وفعلا، فقد طورت بعض الشركات طريقة لإنتاج الخرسانة تعوض قسما من الماء الضروري بثاني أكسيد الكربون. ومن بينها شركتان، إحداهما كندية تسمى تقنيات معالجة الكربون (CarbonCure Technology)، والأخرى هي عملاق البناء والأشغال العامة لافارج هولسيم (LafargeHolcim) بالشراكة مع المؤسسة الناشئة سوليديا (Solidia)، وهاتان الشركتان شرعتا بعدُ في تسويق المنتجات المتحصَّل عليها بهذه الطريقة في أمريكا الشمالية وأوروبا.

وعمليا، فإن المكونات هي نفسها بالنسبة إلى الخرسانة العادية: أي سيليكات الكالسيوم، وكبريتات الكالسيوم، والكلس... ولكن ثاني أكسيد الكربون الذي تم ضخه لتصنيع الإسمنت، هو الذي يقوم بالربط بين مكونات الخليط وجعلها صلبة، معوضا بذلك بخار الماء الذي يُستخدم تقليديا. إن الماء يبقى ضروريا، ولكن مهمته تنحصر في إضفاء الشكل النهائي على مختلف عناصر الخرسانة المصنعة (البلاطات، القوالب الاسمنتية، الأرصفة...). وبالإمكان أن يُسترجَع ذلك الماء ويُستخدَم مرة أخرى.

فخ حقيقي لثاني أكسيد الكربون

إن ثاني أكسيد الكربون المستخدم في الوقت الراهن مستخرج من مداخن المصانع المختلفة. وعلى المدى البعيد، فإن مصنّعي

B.BOURGEOIS - D.L.



ـــــون بدلاً عن الماء لصناعة الخرسانة

هذه الخرسانة يأملون أن يصبحوا قادرين على استخلاص ثاني أكسيد الكربون مباشرة من غازات الاحتراق التي تطلقها مداخن مصانع إسمنتهم نفسها.

تتوفر هذه العملية الجديدة على فوائد أهمها: أن الغاز غير المرغوب فيه يُحبس في صورة صلبة (بكمية تصل إلى حدود ١١٠كيلوجرام في كل طن من الخرسانة) لعدة سنوات، أو عدة عقود؛ كما أن آثار الكربون الباقية في صناعة الخرسانة قد تناقصت بصورة واضحة. ويؤكد توم شولر (Tom Schuler)، الرئيس التنفيذي لمؤسسة سوليديا للتقنيات أن "التخفيض من انبعاثات الكربون بلغ ٧٠٪". أما شركة تقنيات معالجة الكربون، فإنها تدّعي أن انباعاثات ثاني أكسيد الكربون بلغت لديها ٨٠٪.

وإضافة إلى الحبس المباشر لثاني أكسيد الكربون عند خروجه من مداخن المصانع، وهي عملية تتيح لنا أن نتجنّب انتشار الغاز في الغلاف الجوي، فإن عملية التصنيع، التي تتم في درجة حرارة أقل من درجة الطرائق التقليدية، تستفيد من التقشف في الطاقة، إذ إنها تخفض من الانبعاثات، وفي الوقت نفسه تسمح بتوفير كميات ضخمة من الماء. ويرجّح توم شولر أن "اعتماد هذه الطريقة، يجعل الأهداف التي حددها مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة «وهو تجمع لمائتي مؤسسة دولية» الساعي إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصناعة العالمية للإسمنت في آفاق سنة ٢٠٥٠م يمكن أن تتحقق في حدود ثلاث سنوات، وبذلك نتمكن من توفير ملياري لتر من المياه سنويا".

قطاع البناء والأشغال العامة هو المعنيّ الأول

وفوق هذا كله: فإن الخرسانة المصنوعة من ثاني أكسيد الكربون تتماسك بسرعة أكبر. ويؤكد الصناعي توم شولر هذه الحقيقة قائلا: "إن الخرسانة التي نصنعها تبلغ الدرجة القصوى من المقاومة في أقل من أربع وعشرين ساعة، مقابل ثمانية وعشرين يوما بالنسبة إلى الخرسانة العادية".

وإذا كانت الخرسانة هي المادة الأكثر شيوعا التي يعتمدها المتخصصون لتخزين ثاني أكسيد الكربون بصورة مستدامة في هيئة صلبة، فقد تم اكتشاف طريقة أخرى. إنها طريقة «الكربنة المسرَّعة»، وهي تفاعل كيميائي يسمح بتجميد ثاني أكسيد الكربون في هيئة كربونات (أملاح): وحين تُدمَج تلك الكربونات في المخلَّفات الصلبة لمحارق النفايات، فإنها تكوّن حبيبات صالحة لبناء الطرق، والسواتر...

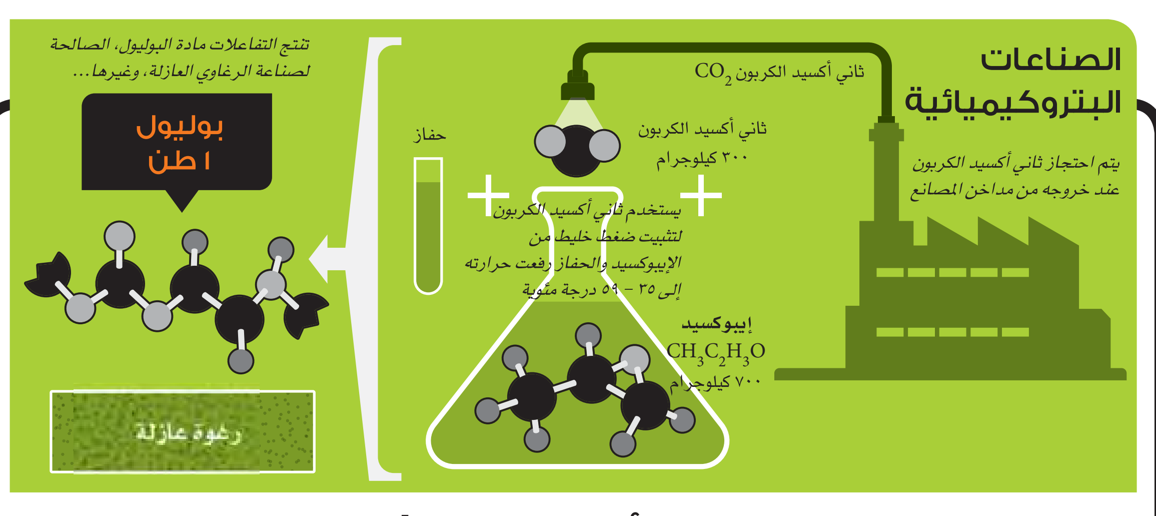
وهنا أيضا، فإن ثاني أكسيد الكربون المستخدَم يجب أن يُستخرَج من دخان المداخن ليتم تركيزه بدرجة كافية. وهنا أيضا، إذا أردنا أن تكون العملية مفيدة، فإن الطاقة الضرورية للتفاعل الكيميائي ينبغي أن تتأتّى من مصادر متجددة: وأخيرًا، فإن حصيلة الكربون ينبغي أن تكون أفضل من الحصيلة التي توفرها العمليات التقليدية. وقد تمكنت الشركة الإنجليزية أنظمة الكربون٨ (Carbon8 Systems) من الجمع بين هذين الشرطين، ويقدَّر إنتاجها هذه السنة بـ ١٥٠٠٠٠ طن من الحبيبات المستخرجة من ثاني أكسيد الكربون المعادة معالجته.

وبهذا يتضح لنا أن صناعة البناء والأشغال العامة قد وضعت نفسها على طريق إعادة معالجة الكربون، من أساسات الطرق إلى قمم المباني.



توم شولر
TOM SCHULER
الرئيس التنفيذي لمؤسسة سوليديا للتقنيات

يمكننا أن نخفض انبعاثات الغاز بنسبة ٧٠٪، وبذلك نوفر مليارَي لتر من الماء سنويا



٢- مواد **بلاستيكية أقل تلويثا** بفضل بلمرة ثاني أكسيد الكربون

مواد بلاستيكية، مطاط، دهانات... تدرس الصناعة الكيميائية مسالك متنوعة لاستغلال ثاني أكسيد الكربون المستخرج من غازات الاحتراق في المصانع. ويبين تيبو كانتا (Thibault Cantat) من مفوضية الطاقة النووية أن "الهدف المراد بلوغه هو إنشاء مواد جديدة لتعويض النفط".

ومن المشاريع التي تمخضت عنها المختبرات، نذكر، في الولايات المتحدة الأمريكية، مشاريع مؤسسة نوفومير (Novomer)، التي تعمل منذ خمس سنوات على تطوير تقنية تهدف إلى صناعة بوليول جديد انطلاقا من ثاني أكسيد الكربون المبلمر. بوليول؟ إنه مركب عضوي يُستخدَم في صناعة البوليمير العادي، وكربونات البولي بروبيلين (PPC)، الذي يصلح لتقوية صمغ الإيبوكسيد ويُستخدَم لإنتاج الرغاوي العازلة في المباني، وأغلفة المقاعد...

إن البوليول الذي تنتجه مؤسسة نوفومير، المسمَّى التلاقي (Converge)، والمسوَّق منذ أواخر سنة ٢٠١٤م بكميات تبلغ آلاف الأطنان سنويا، يحتوي على نسبة من ثاني أكسيد الكربون تصل إلى ٤٠٪. ويفسر بيتر شيبارد (Peter Shepard)، الرئيس التنفيذي للمؤسسة أن هذا البوليول يُتحصَّل عليه بالجمع بين "الإيبوكسيد وحفّاز في مفاعل، ويقع تسخينهما بين ٣٥ و٥٠ درجة مئوية، قبل أن يثبَّت ضغطهما بواسطة ثاني أكسيد الكربون. ويتواصل تفاعل البلمرة إلى أن يُستهلَك الإيبوكسيد بأكمله".

التخفيض من الانبعاثات بنسبة ٧٠٪

في أوروبا سيعوِّض كوفيسترو (Covestro) قريبا، بواسطة ثاني أكسيد الكربون، حوالي ٢٠٪ من النفط المستخدَم لصناعة البولي يوريثان، الذي يُصنَع بدوره من البوليول. وقد أجريت في جامعة إيكس لا شابيل تجارب مع المركز التحفيزي «كات»، أثبتت أن الرغاوي المتحصل عليها بهذه الطريقة كانت فعاليتها مساوية إن لم تكن أفضل من فعالية المنتجات التقليدية. ويؤكد كارستن مالش (Karsten Malsch) المدير العام لمشروع كوفيسترو أن "صناعة المواد البلاستيكية قد بحثت مطولا عن بديل للوقود الأحفوري. وها قد حققنا ما كنا نبغي!".

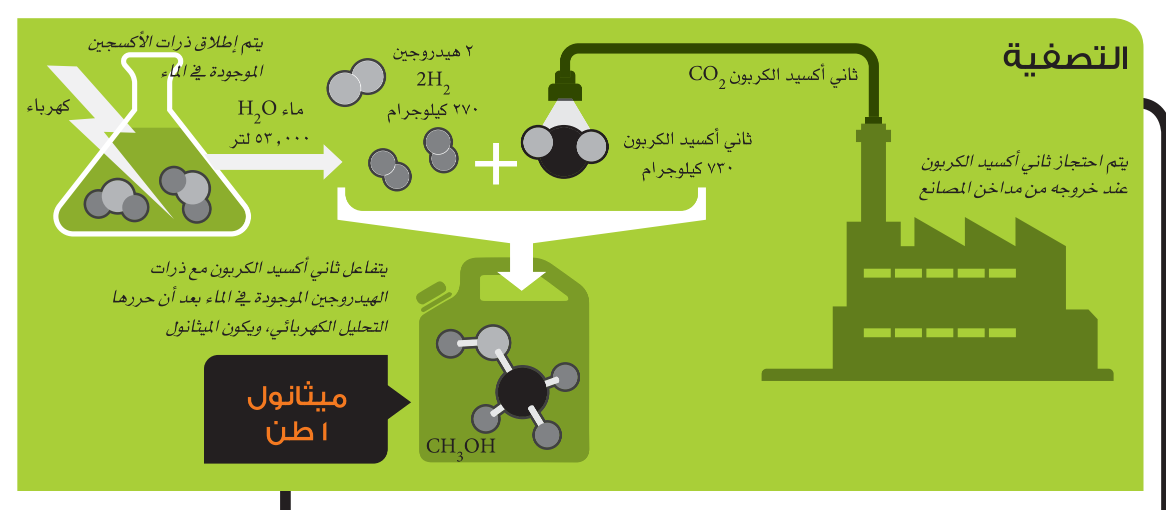
وقد واجه الفريقان تحديًا كبيرًا يتمثل في العثور على الحفّازات التي يمكن أن تجعل ثاني أكسيد الكربون، وهو غير فعال كيميائيا، يتفاعل إيجابيا مع عدد من المواد الأخرى. واستطاعا أن يرفعا التحدي: بشرط استخدام مصدر للطاقة القليلة (كالغاز الأحيائي، مثلا) لإحداث تفاعلات كيميائية، وهذه الطريقة تعيد معالجة ثاني أكسيد الكربون... وتجعل انبعاثاته أقل مما يوجد في الطرق الأخرى! ويقول كارستن مالش: "إن آثار الفحم الباقية في البوليميرات التي نُنْتِجها أقلُّ بنسبة ٧٠٪ مما يوجد في البوليميرات المصنوعة من النفط وحسب".


B.BOURGEOIS - D.R.



تيبو كانتا
THIBAULT CANTAT
المتخصص في كيمياء ثاني أكسيد الكربون بمختبر إيراميس (وكالة الطاقة النووية)

إن الهدف المراد بلوغه هو إنشاء مواد جديدة لتعويض النفط في مجال الصناعة الكيميائية

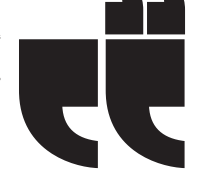


٣- تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى وقود بيئي

آخر المطاف: إنتاج وقود بثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق مشتقات النفط. يقول تيبو كانتا بصوت مرتفع: "تلك هي غايتنا! ولكن تعوزها الجدوى الاقتصادية على المدى القصير. ومهما يكن من أمر، فإنها لن تتوفر على تلك الجدوى الاقتصادية ما دام الوقود الأحفوري زهيد الثمن". وهذا الرأي يشاطره فيه أنطوان فيكان (Antoine Fécant)، مهندس البحث في المعهد الفرنسي للنفط والطاقات الجديدة، يقول: "إنها طريق نؤمن بها، ولكنها لن تكتسب القدرة التجارية قبل عشرين أو ثلاثين عاما". فما هي الأسباب التي تدعو إلى الاعتقاد في صحة هذه الطريق، رغم كل العوائق التي تواجهها؟ إن التقنيات المعتمَدة متطوّرة. وتوجد بدائل كثيرة، ولكن المبدأ يبقى واحدًا: هو تحقيق تفاعلات تجمع بين ذرات الهيدروجين والكربون الموجود في ثاني أكسيد الكربون لإنتاج مواد مماثلة لمواد الوقود المستخلص من النفط.

وهذا يتطلب طاقة، متجددة ضرورة- وإلا فما فائدة إعادة معالجة ثاني أكسيد الكربون؟ في فرنسا، تحظى الطاقة الشمسية بمكانة مميزة؛ وفي إيسلندا مكّنت حرارة البراكين من استحداث شبكة لإنتاج الميثانول. وقد استغلت المؤسسة العالمية لإعادة معالجة الكربون امتيازها: فأصبحت الطاقات المتجددة تمثل ٨٧٪ من الطاقة التي تُستهلك في الجزيرة، التي تتمتع على الخصوص بمخزون ضخم من الطاقة الحرارية الأرضية. مما يمكّنها من إنتاج ٤٠٠٠ طن سنويا -حسب المؤسسة- من الوقود الذي أطلق عليه اسم فولكانول (Vulcanol) الصالح لتشغيل المحركات الحرارية، وخاصة منها المحركات المساعدة للمحركات الكهربائية التي زُوِّدت بها بعض المَرْكبات الهجينة. وتؤكد المؤسسة أن وقودها المستخلص من ثاني أكسيد الكربون "يخفّض من انبعاثات الكربون بنسبة تفوق ٩٠٪ مقارنة بالوقود الأحفوري". ■

(١) CO_2: 3 IDÉES DE GÉNIE POUR LE RECYCLER, Science & Vie 1183, P 98-103
(٢) Etienne Thierry-Aymé
(٣) البولي يوريثان: هو أيّ بوليمر يتكون من سلسلة من الوحدات العضوية المربوطة بجذر يوريثان. الاختصار الشائع له PU. يُستخدَم كعازل لإعطاء متانة وحماية للأجسام التي يغطيها من الحرارة أو البرودة أو من التآكل جراء الاستخدامات المكثفة. (المترجم)



أنطوان فيكان
ANTOINE FÉCANT
مهندس البحث في المعهد الفرنسي للنفط والطاقات الجديدة

إن هذا الطريق لن يتوفر على القدرة التجارية قبل عشرين أو ثلاثين عاما، ولكنه مع ذلك واعد جدًا



*

للاستزادة

راجع: دراسة وكالة المحيط والتحكم في الطاقة (Ademe) حول التقنيات المختلفة لاستثمار ثاني أكسيد الكربون؛ وسلسلة المحاضرات التي قدمت في معهد فرنسا (College de France) حول هذا الموضوع. الرابط المباشر على الموقع

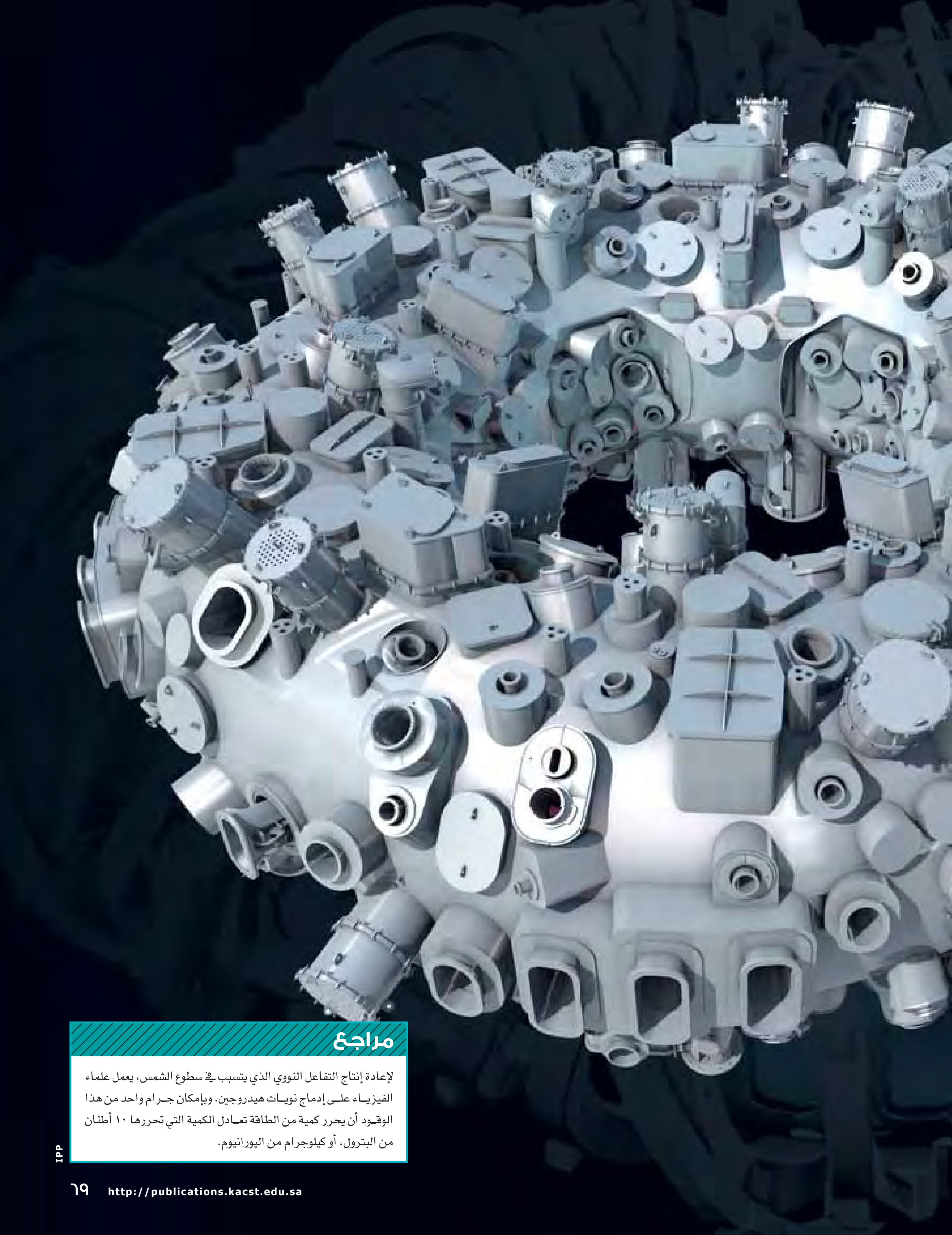
science-et-vie.com



الاندماج

الإنجاز الذي تحقق بفضل المولّد الشعاعي[1]

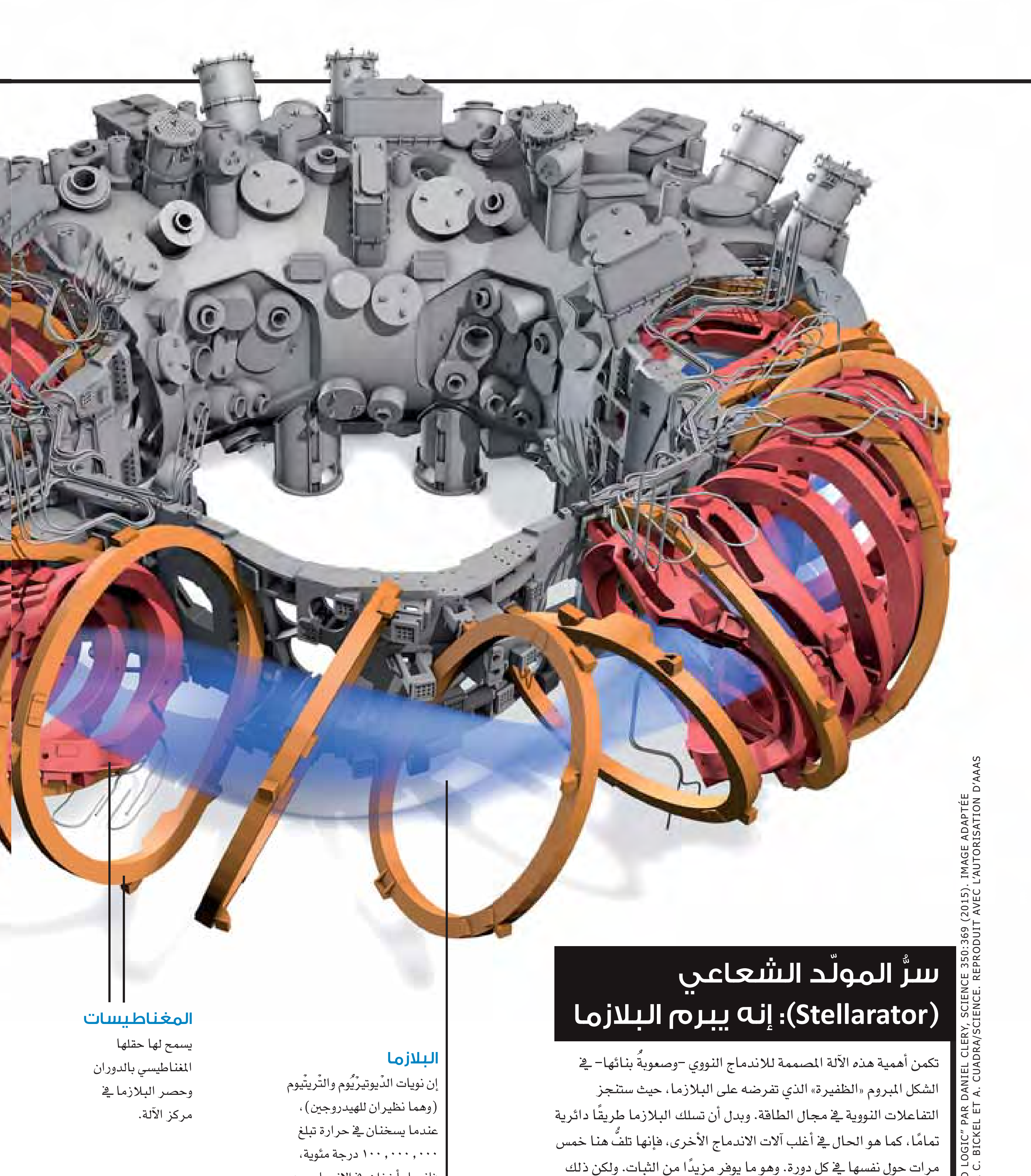
كيف نتمكن من إنجاز الاندماج النووي، ذلك الحلم بتوليد طاقة نظيفة وغير محدودة؟ في البداية، تم تصور مفاعل هو المولد الشعاعي (Stellarator). ثم حلت محله التوكاماكات (Tokamaks)، التي أصبحت هي المعيار المعتمد. ومع ذلك، فإن الباحثين صمموا أنموذجًا أوليًا للمولد الشعاعي... وهو يعمل! وهذا الإنجاز، الذي هو ثمرة عشرين عامًا من العمل، يخلط اليوم أوراق الاندماج. فهل يبلغ الأمر بالمولد الشعاعي إلى أن ينافس المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي (Iter)؟ نعم، يجيب ماتيو جروسّون[2].



مراجع

لإعادة إنتاج التفاعل النووي الذي يتسبب في سطوع الشمس، يعمل علماء الفيزياء على إدماج نويات هيدروجين. وبإمكان جرام واحد من هذا الوقود أن يحرر كمية من الطاقة تعادل الكمية التي تحررها ١٠ أطنان من البترول، أو كيلوجرام من اليورانيوم.

IPP



سرُّ المولّد الشعاعي (Stellarator): إنه يبرم البلازما

تكمن أهمية هذه الآلة المصممة للاندماج النووي -وصعوبةُ بنائها- في الشكل المبروم «الظفيرة» الذي تفرضه على البلازما، حيث ستنجز التفاعلات النووية في مجال الطاقة. وبدل أن تسلك البلازما طريقًا دائرية تمامًا، كما هو الحال في أغلب آلات الاندماج الأخرى، فإنها تلفُّ هنا خمس مرات حول نفسها في كل دورة. وهو ما يوفر مزيدًا من الثبات. ولكن ذلك أيضًا يولّد صعوبات لدى المهندسين، فقد تطلب الأمر ١٩ عامًا لضبط هذا المولّد الشعاعي المسمّىويندلاشتاين ٧-إكس (Wendelstein 7-X).

البلازما

إن نويات الدّيوتيرْيُوم والتّريتْيوم (وهما نظيران للهيدروجين)، عندما يسخنان في حرارة تبلغ ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ درجة مئوية، فإنهما يأخذان في الاندماج، وهو ما يُنتِج طاقة هائلة.

المغناطيسات

يسمح لها حقلها المغناطيسي بالدوران وحصر البلازما في مركز الآلة.

مع المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس (Wendelstein 7-X) تم تجاوز أربع تحديات

تحدي البلازما



ما هو الشكل الذي ينبغي أن تأخذه بلازما الآلة حتى تكون ثابتة، وتحصرَ الجزيئات بشكل صحيح، وتوفِّرَ خصائص حرارية جيدة...؟ اتضح أن على المهندسين أن يأخذوا في الاعتبار سبعة عوائق فيزيائية يختلف بعضها عن بعض من حيث الطبيعة. وعثروا على الشكل الأمثل بفضل الأدوات الرقمية ووسائل التمثيل. والنتيجة هي أن الأمر ليس مجرد حلقة، وإنما هي بلازما على شكل ظفيرة تدور خمس مرات حول نفسها.

تحدي المغناطيسات



لإجبار البلازما على اتخاذ ذلك الشكل المبروم، كان من الضروري تصوُّر حقل مغناطيسي، ومغناطيسات بالغة التعقيد لتوليده. وعمليا، فالحقل المغناطيسي للمولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس، ناتج عن ٥٠ بَكَرَة فائقة التوصيل، ثلاثية الأبعاد، غير متناظرة كليا، يصل ارتفاعها إلى ٣,٥م، وتزن ٦ أطنان، اختُرِعتْ طرائقُ تصميم خصيصا لها. ثم إن الأمرَ اقتضى بعد ذلك أن تُضبَط إلى حدود المليمتر. وزيادة على ذلك، توجد ٢٠ بَكَرَة مسطحة تسهم أيضا في الحقل المغناطيسي.

تحدي الهيكل



يمثل مجموع المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس أحجية شديدة التعقيد. فالغرفة التي تحوي البلازما مندرجة في المغناطيسات، التي هي بدورها محتواة في جهاز للتبريد العميق مجمَّد تقريبا في درجة الصفر المطلق. ولكي يصبح المجموع متماسكا ومقاوما للعوائق الميكانيكية القصوى المتولدة من المغناطيسات فائقة التوصيل، تعين على المهندسين أن يتصوَّروا هيكلا من الحلقات قادرا على استئناف جهود غير متناظرة.

تحدي المعطيات

إن المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس آلة تجريبية: تضم ٢٥٠ نافذة تساعد مجموعة من أجهزة الاستشعار على إنجاز كل الإجراءات الضرورية لدراسة البلازما. وقد تطلّب إنشاءُ هذا الخليط من المهندسين جهودا مضنية، لتوفير العزل الحراري لكل مدخل من المداخل، ورصفها دون أن يتداخل ذلك مع عوائق بناء هيكل الآلة برمته. وفي المحصلة، تطلب تجميع المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧- إكس ١,١ مليون ساعة من العمل.

الجهاز المبرَّد

يساعد على تبريد المغناطيسات إلى ٢٧٠ درجة مئوية تحت الصفر.



الغرفة الفراغية

شكلها يساعد المغناطيسات على أن تكون أقرب ما يكون من البلازما، رغم شدة الاختلاف بينها في درجة الحرارة.

حلم راود علماء الفيزياء منذ ما يقرب من سبعين عاما



١٩٥١م

ليمان سبيتزر يخترع أول مولد شعاعي، أُطلِقَ عليه اسم «الشكل٨» نسبة إلى الشكل المبروم «الظفيرة» الذي تُمثَّل به البلازما.

١٩٦٨م

يكشف التوكاماك تي٣ عن مدى نضج التقنية المنافسة. وبسبب ذلك فقدت المولّدات الشعاعية مكانتها.

في العاشر من شهر ديسمبر ٢٠١٥م كان عدد قليل من علماء الفيزياء والمهندسين المحنكين، بمعهد ماكس-بلانك لفيزياء البلازمات (IPP)، بمدينة جريفسفالت، بألمانيا، يحبسون أنفاسهم. ففي الغرفة التي تبلغ مساحتها ٣٠م^2 كان الميليجرام من الهيليوم الذي وضعوه في آلتهم المدهشة يسخن إلى درجة حرارة فائقة الارتفاع. وفي الحال، كانت أجهزة الاستشعار تشير بما لا يدع مجالا للشك إلى أن هذه الكمية الصغيرة من البلازما المسخّنة إلى أن بلغت حرارتها مليون درجة مئوية، ظلت ثابتة خلال ٥٠ جزءا من ألف من الثانية، متبعة مسارًا معقدًا، يمثل ما لا يقل عن خمس

مع مشروع المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس بدأ المولد الشعاعي يتحدى تفوق التوكاماكات

دورات على مدى الـ٣٥مترًا التي يتكوّن منها محيطُ الجهاز. وهذا دليل على أن انطلاق المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس (Wendelstein 7-X) كان ناجحا.

لا يُخفي توماس كلينجر (Thomas Klinger)، المدير العلمي للمشروع رضاه، فيقول: "بعد تسع عشرة سنة من العمل، من الرائع أن نلاحظ أن كل شيء سار كما كان مخططا له!". وهذا أحسن انطلاق ممكن نحو الهدف النهائي: وهو الوصول إلى أن نثبّت لمدة ٣٠ دقيقة بلازما (وهي نوع من الغاز المسخّن في درجة حرارة فائقة) ناتجةً عن اندماج حراري نووي.

فلنذكّر بأن الاندماج يمثل، منذ خمسينيات القرن العشرين حلمًا حقيقيا في مجال الطاقة: إذ خلافا للانشطار الذي يتم في المفاعلات النووية الحالية، والذي يستمدُّ طاقته من انفجار نويات نووية كبيرة، فإن الاندماج، الذي يزاوج بين نويات صغرى، يَعِدُ بإنتاج طاقة أكثر نظافة بكثير، وأكثر سلامة بكثير، وبكميات تكاد تكون غير محدودة (انظر «مراجع» ص٦٩). ومن هنا، فإن رهان هذه الأعمال ليس بالأمر اليسير.

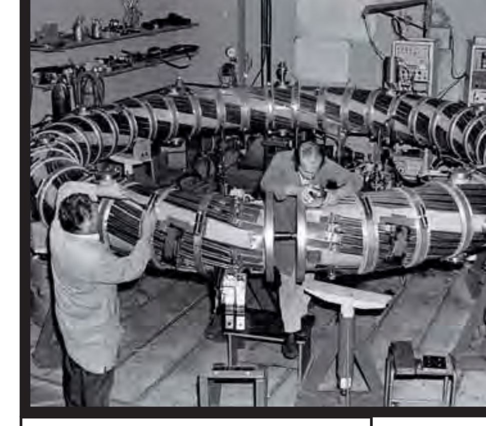
ويبدي رودلف نُويّ (Rudolf Neu)، من معهد ماكس-بلانك لفيزياء البلازمات، بمدينة غارشينج (ألمانيا)، وهو غير منخرط مباشرة في المشروع، حماسا لهذا الإنجاز فيقول: "إن انطلاق ويندلاشتاين ٧-إكس هو حدث عظيم في مجال التحكم في الاندماج يوما ما". ويؤكد هذا الرأي برنار ساوتيك (Bernard Saoutic)، المدير المساعد لمعهد البحث في الاندماج المغناطيسي في مركز الطاقة النووية، فيقول: "إن هذا العمل يُعَدُّ نجاحا باهرا لعلماء الفيزياء في معهد ماكس-بلانك لفيزياء البلازمات، ولكنه لا يقف عند هذا الحد، إذ هو حدث على الصعيد العالمي".

ذلك أن تشغيل المفاعل التجريبي الألماني يؤشر إلى العودة الكبرى للمولدات الشعاعية في سباق الاندماج. ولقد كان السؤال المطروح منذ ما يفوق ستين عاما، هو معرفة الشكل الذي ينبغي أن تصاغ فيه البلازما حتى يكون اندماجُها بأفضل طريقة: فهل يجب أن تكون مجرد حلقة، كما هو الحال في أجهزة التوكاماكات (Tokamaks)، أم يجب أن تكون حلقة لولبية، وهي الخاصية التي تتميز بها المولدات الشعاعية؟ وبعد تفوُّق للتوكاماكات دام أربعين سنة، عاد الصراع من جديد إلى نقطة الصفر.

إنتاج البلازما

هل نعتمد المولد الشعاعي أم التوكاماك؟ رغم اختلافهما من حيث الشكل، فإن المبدأ الأساس المعتمَد فيهما واحد: فكلاهما جهازمدرَّع يُحجَز فيه غازٌ مكوَّن من دْيوتيرْيُوم وتْريتْيوم (وهما نظيران للهيدروجين) بواسطة حقول مغناطيسية قوية، ثم يسخّن إلى أن يبلغ حرارة تتراوح درجاتها بين ١٠٠ و١٥٠ مليون درجة مئوية ليصبح بلازما. والهدف من العملية هو إعطاء تلك النويات النووية الخفيفة طاقة حركية كافية لكي تجاوز الحاجز الكهروسكوني المذهل الذي يصدُّها، وذلك لجَعْلها تحقّق الاندماج. ويرافق هذا التفاعلَ تحريرُ كمية هائلة من الطاقة.

علما بأنه، منذ منتصف القرن الماضي، يبدو أن العلماء أدركوا أن الشكل الذي يجب عليهم أن يضفوه على حقل الاحتواء



١٩٨٠م

المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-أي (W7-A) وهو سلف المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس (W7-X)، يدخل في الخدمة.

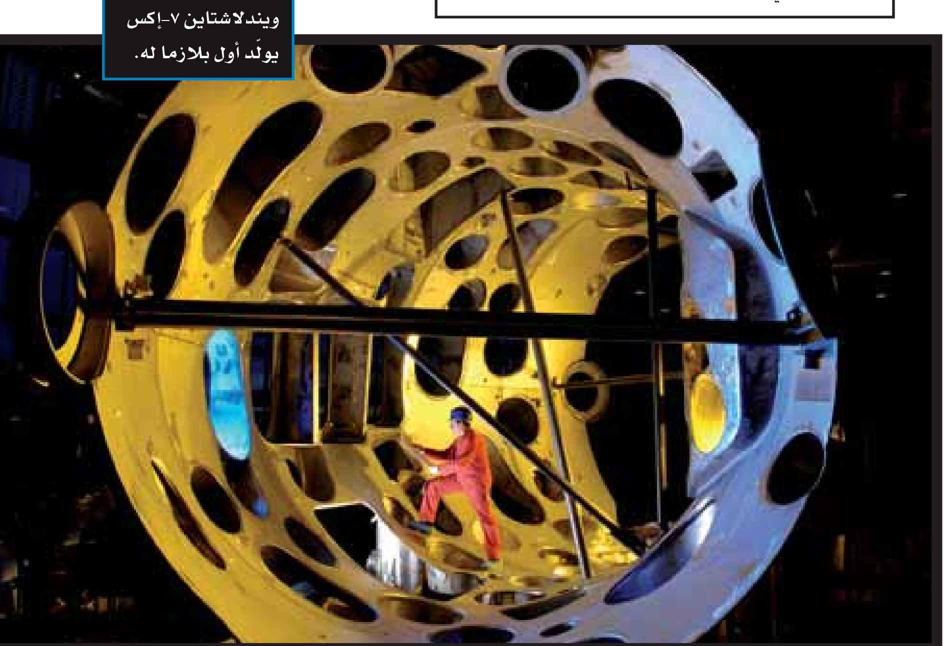


٢٠٠٥م

المولّد الشعاعي الياباني المسمَّى «الجهاز الحلزوني العريض» (LHD) الذي دخل الخدمة في سنة ١٩٩٨م، يحطم الرقم القياسي لمدة البلازما، أي ٣٩٠٠ ثانية.

٢٠١٥م

المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس يولّد أول بلازما له.



PPL - IPP - LHD

المغناطيسي غير عادي بالمرة، وإلا، فإن الجزيئات التي تتكون منها البلازما تنساق نحو جوانب الجهاز بلا رجعة. وفي سنة ١٩٥٠م، أوضح عالم الفيزياء الفلكية الشهير ليمان سبيتزر (Lyman Spitzer)، الذي كان آنئذ في جامعة ستانفورد (الولايات المتحدة الأمريكية)، أن من الطرق الممكنة لتجنب ذلك الانسياق أن توضع البلازما في حقل مغناطيسي يمنحها شكل مروحة. واقترح مفاعلا في شكل ٨ يبدو شبيها بخبز البريتزل، أطلق عليه اسم المولد الشعاعي (Stellarator) (وهو مشتق من اللفظ اللاتيني (Stella) الذي يعني النجم).

على الورق، يبدو الحلُّ رائعا. ولكن، في مستوى التطبيق، تجلَّى أن بناء مغناطيسات قادرة على احتواء البلازما في صورة «خبز البريتزل» عمليةٌ معقدة إلى أبعد الحدود. ويلخص جي لافال (Guy Laval)، المدير الفخري للأبحاث في المركز الوطني للبحث العلمي، والمتخصص في الاندماج الموضوعَ فيقول: "إن المولدات الشعاعية، التي كانت حلمًا طالما راود أذهان علماء الفيزياء، سرعان ما تحوَّلت كابوسًا مريعًا للمهندسين". والنتيجة، هي أن المولدات الشعاعية التي اختُرعت خلال السنوات ١٩٥٠ و١٩٦٠م، لم تكن في جوهرها إلا «مصافي» فظيعة.

في تلك الفترة، تصور السوفياتيان أندريه ساخاروف (Andreï Sakharov) وإيجور تام (Igor Tamm) آلة أكثر بساطة بكثير، في شكل حلقة: هي التوكاماك. ففي حين كان مجموع الحقل المغناطيسي الذي يحصر البلازما في المولد الشعاع يوليدَ مغناطيسات خارجية، صارت البلازما في التوكاماك تسهم في إنشاء ذلك الحقل المغناطيسي، من خلال الإلكترونات التي تتحرك في صلبها. وبعبارة أخرى، فإن البلازما تحصر نفسها بنفسها، وهو أمر شبيه ببقاء سائق الدراجة في حالة توازن بفضل الحركة التي يولّدها هو بنفسه.

ومنذ سنة ١٩٦٨م، استطاع التوكاماك تي٣ (T3) أن ينجح لأول مرة في تثبيت بلازما محماة في ١٠ ملايين درجة ←

مئوية خلال بضعة أجزاء من الألف من الثانية. ويُعقّب على ذلك جي لافال قائلا: "إن السهولةَ التي تمَّ بها تَصوُّرُ التوكاماك وإنشاؤه وجَّهت إلى المولدات الشعاعية ضربة قاضية".

وبما أن التوكاماكات أصبحت هي المعيار العالمي المعتمد، فإنها استنفرت تقريبا كل التمويلات. وكان تصميم برنامج توروس الأوروبي المشترك (JET)، في بريطانيا، هو الذي سجل الرقم القياسي العالمي في القوة المنتَجة مقابل القوة التي يتم ضخها بالتسخين، أي ما يعادل ١٦ ميجاوات منتَجة مقابل ٢٢ ميجاوات يتم ضخها، في ثانيتين. وهي نسبة تفسر لنا الكثير من التحدي الرئيس للاندماج: أي النجاح في استخلاص كمية من الطاقة تفوق كمية الطاقة اللازمة لإنتاجها، وهذا بدوره يفسر لنا المدة اللازمة لعملية الاندماج.

التيار المتردد

وعلى كل حال، فإن هذا التصميم هو أيضًا تصميم المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي (Iter)، وهي آلة أكثر طموحا، شرع العلماء في إنشائها منذ سنة ٢٠٠٦م على موقع وكالة الطاقة النووية والطاقات البديلة (CEA) بمدينة كاداراش، في مقاطعة بوش- دي- رون (فرنسا) (انظر المؤطر، ص٧٦). كما أنه التصميم الذي تم تصوره لإنشاء ديمو (Demo)، وهو مفاعل مستقبلي للاندماج ما قبل العصر الصناعي، لا يُتَوقَّع الفراغُ من إنشائه قبل سنة ٢٠٣٠م، وليس له اليوم وجود إلا على الورق.

ومع ذلك، فإن التوكاماك ليس البَلْسَمَ الذي يشفي من كل داء. أولاً، لأن التوكاماكات، خلافا للمولدات الشعاعية، لا تعمل بالتيار المستمر: فلكي تسهم البلازما في إنشاء الحقل المغناطيسي الذي يحصرها، يجب على الإلكترونات التي تحويها أن تتمتع بحركة تبادل. ولكن جي لافال يرى أنه من البديهي أن "يَعتبر مُشغلو مفاعل الاندماج أن الآلة القادرة على إنتاج الطاقة، وبالتالي الكهرباء، باستخدام التيار المتصل، أفضل من الآلة التي تعمل بالنبضات، وإن كانت نبضات طويلة". وهذا عيب فادح في التوكاماكات...

وإضافة إلى ذلك، فإن التوازن القائم على الثبات الذاتي هو في جوهره... غير ثابت، وهو أمر يؤكد الدراجون صحته. وتكفي صعقة واحدة شبيهة بالتوهجات الشمسية حتى تتسبب بلازما التوكاماكات في خسائر لا تعوَّض في جهاز الآلة، لاتتلاءم مع التشغيل الصناعي. إن دراسة تلك «الاختلالات» ونظم التشغيل التي تساعد على الوقاية منها هي في صميم الأهداف التي يعمل المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي على تحقيقها.

أما المولد الشعاعي فهو ثابت بطبيعته، بما أن مجموع الحقل المغناطيسي الذي يحصر البلازما يتم إنتاجه بواسطة مغناطيسات خارجية. وبإمكانه أن يعمل بصفة متواصلة. ويؤكد فريديريك بروشار، وهو متخصص في الموضوع في معهد جان- لامور بمدينة نانسي (فرنسا)، أن هذا "حلم من أحلام علماء فيزياء البلازما!".

في ٣ فبراير ٢٠١٦م أُنتِجَتْ بلازما انطلاقا من الهيدروجين، في حرارة تبلغ ٨٠ مليون درجة مئوية، خلال ٢٥٠ جزءا من ألف من الثانية: وبذلك يكون المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس قد انطلق بالفعل.

وفي منعطف السنوات ١٩٨٠ و١٩٩٠م، أخذ هذا الحلم يولد من رماده. ذلك، أن التطور الذي شهدته طرائق الحساب الرقمي القوية ساعد هذا المسار على تجاوز القواعد التجريبية التي يقوم عليها تصميمُ المولدات الشعاعية منذ عشرين سنة خلت. والمؤكد أنه لم تتمكن أي آلة من هذا النوع بعدُ من الشروع في القيام بتفاعلات اندماج؛ ولكن بعضها، ومنها على الخصوص الجهاز الحلزوني العريض (Large Helical Device)، في اليابان، وهو أكبر مولد شعاعي في طور العمل حاليا في العالم، جعلت المفهوم يحظى بالمصداقية، خصوصا عندما حطمت، سنة ٢٠٠٥م، الرقم القياسي العالمي لبقاء البلازما حية (ولكن دون تفاعل اندماجي): إذ تجاوزت الساعةَ بقليل...

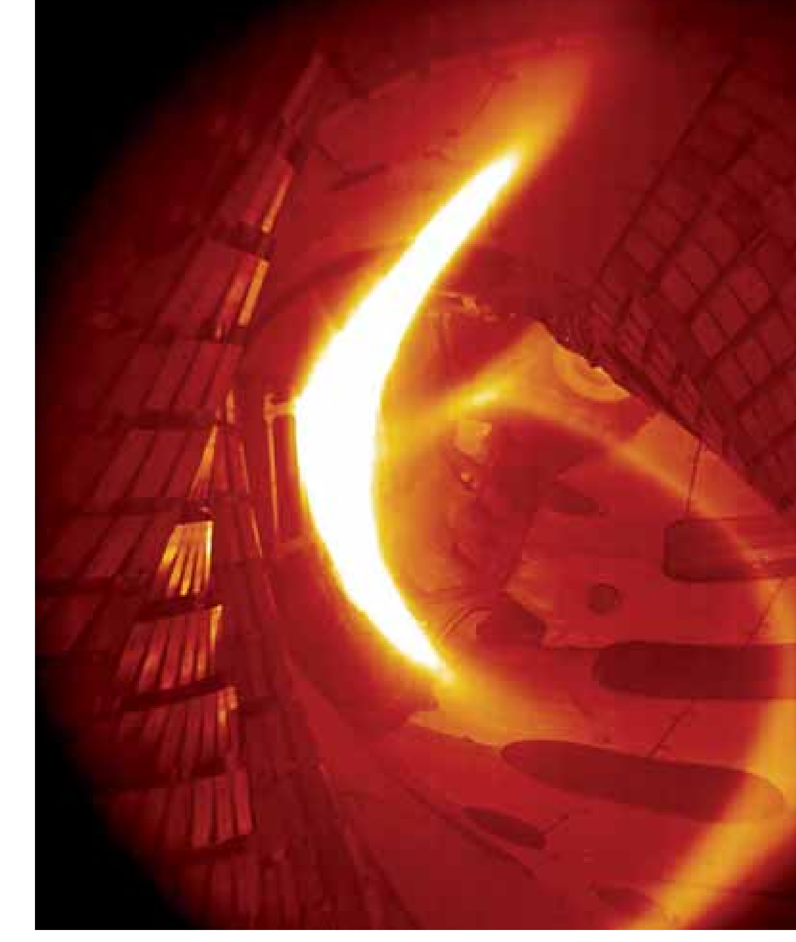
وفي تسعينيات القرن الماضي، حينما انخرط علماء الفيزياء بمعهد ماكس-بلانك لفيزياء البلازمات في مشروع ويندلاشتاين





توماس كلينجر
THOMAS KLINGER
المدير العلمي لمشروع المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس

كان تجميع الآلة في ذاته إنجازًا، تطلَّب ١,١ مليون ساعة من العمل!



IPP

٧-إكس، كان لديهم طموح أكبر: إذ كانوا يريدون إنشاء مولد شعاعي لا يكون قادرا على إدماج نويات نووية وحسب، بل يستطيع أيضًا أن يحافظ على النشاط الإدماجي لتلك البلازما مدة ٣٠ دقيقة (علما أنه، مهما كانت الآلة المستخدمة، فإن الرقم القياسي العالمي لبقاء بلازما الاندماج حية هو ٦ دقائق، وهو رقم سجَّله توكاماك تور سوبرا (Tokamak Tore Supra) في مقره بموقع وكالة الطاقة النووية والطاقات البديلة بكاداراش).

لغز غير متناظر

كيف يمكننا أن ننشئ بلازما قادرة على أن تدور حول نفسها خمس مرات، في الوقت نفسه الذي تُكمِلُ فيه دورةً في الجهاز؟ إن استخدام تلك الحواسيب العظيمة سيساعد المهندسين على أن يتكهنوا بتصميم الحقل المغناطيسي. ولكن الشكل المتشعب الذي ينبغي أن توضع فيه المغناطيساتُ السبعون الفائقةُ التوصيل والضروريةُ لتلك الالتفافات، سيصيب المهندسين بالطفح الجلدي.

فلكي يصنع العلماءُ تلك القطع التي تتراوح بين ٣ و٤م، والتي ينبغي أن تُضبَط بدقة، كان من المُتعيَّن عليهم أن يخترعوا كل شيء: طرائق التصميم، وتقنيات التشغيل، وعلم القياس للمراقبة... ويُعلّق ديدييه شوفان (Didier Chauvin)، المهندس في الميكانيكا بوكالة الطاقة النووية والطاقات البديلة، والملحق بمشروع ويندلاشتاين ٧-إكس على تلك الصعوبات فيقول: "جرت العادة في هذا النوع من التجهيزات، أن تكون مختلف الأجزاء متناظرة. أما في هذه الحالة، فيكفي أن نلقي نظرة عليها حتى ندرك أننا نقف على أقصى الإمكانيات التقنية والفنية... إنه المشروع الأكثر جنونا الذي عملت عليه في حياتي".

وكذلك الشأن بالنسبة إلى تجميع الآلة الذي كان بدوره عمليّةً معقّدة إلى أبعد حدّ. يقول توماس كلينجر: "لقد كانت تلك المرحلة أصعب المراحل. فقد احتاج هذا المشروع البحثي في ذاته ١,١مليون ساعة عمل". ومن الأمثلة على ذلك، أن استئناف الجهود الميكانيكية الجبارة المتولّدة عن المستحثات المغناطيسية غير المتناظرة أثناء العمل قد تطلب تهيئة هيكل لم يكن تصوره جاهزا قبل انطلاق المشروع".

ويُقرُّ ديدييه شوفان بأن "الكثيرين تساءلوا ما إذا كان الهدف الذي وضعناه نصب أعيننا هدفا مفرط التعقيد". ←

الاندماج: إلى أين وصلت المشاريع الأخرى؟

الاندماج بالليزر

إن ضغط عينة من المادة تحت ١٠٠ مليار بار بفضل ليزرات فائقة القوة هو المسلك الكبير الآخر لإحداث الاندماج. ففي سنة ٢٠١٤م، توصل علماء الفيزياء في منشأة الإشعال الوطنية (NIF) إلى البدء في هذا المسار للاندماج الذاتي الصيانة. ولكن، إلى حد اليوم، فإن المقرات المخصصة للاندماج بالليزر، مثل «ليزر ميجاجول»، لم يتم تعهدها إلا لتجريب الأسلحة النووية، لا لغايات مدنية (انظر مجلة العلوم والتقنية للفتيان، العدد ١٢، ص ١٠٠).

الاندماج على البارد

منذ سنة ١٩٨٩م، يؤكد المدافعون عن الاندماج المسمَّى «باردًا» أنه من الممكن تحقيق الاندماج في درجة الحرارة والضغط العاديين. والفكرة القائلة بأن العملية ممكنة من الناحية الفيزيائية مثيرة للجدل على صعيد واسع. ويؤكد المهندس الإيطالي أندريا روسي (Andrea Rossi) أنه قاب قوسين أو أدنى من تسويق مفاعل للاندماج البارد، هو الإي-كات (E-Cat). ولكن، سبق له أن أعلن ذلك أكثر من مرة (انظر مجلة العلم والحياة «Science & Vie»، عدد ١٠٤٠، ص ٤٨، وعدد ١١٧١، ص ١٠٠)

الاندماج المصغَّر

في شهر أكتوبر ٢٠١٤م، أعلنت الشركة الأمريكية «لوكهيد مارتن» أنها ستعدّ في حدود خمسة أعوام مفاعلا للاندماج صغير الحجم، يُفترض أن يُجَهِّز البواخر، والطائرات، والصواريخ. وبعد مرور سنة ونصف، ما زالت لوكهيد مارتن تحفظ أسرار أنشطتها (انظر مجلة «العلم والحياة»، عدد ١١٧١، ص ٩٦).

← ويؤكد رودولف نوي، من معهد ماكس-بلانك لفيزياء البلازمات أن "شكوكا جدِّية ساورت الباحثين حول قدرتهم على النجاح في بناء آلة من هذا النوع". وهي شكوك لها ما يسوّغها جزئيا، إذ جرى الحديث بين سنتي ٢٠٠٤ و٢٠٠٦م عن احتمال إلغاء المشروع برمّته. تلتْ ذلك إعادةُ تفكير جذريَّةٌ في تنظيم المشروع، وتجلى ذلك خاصة في إقامة مكتب متفرغ كليا للتصميم والتكامل بين مكوِّنات الآلة.

وأخيرًا، آتت كلُّ تلك الجهود أُكُلَها. فمنذ ١٠ ديسمبر ٢٠١٥م بدأت الآلة تعمل - بل إن حرارة البلازما ارتفعت إلى ٦ ملايين درجة مئوية. وفي يوم ٣ فبراير ٢٠١٦م، حين دشنت المستشارة إنجيلا ميركل الآلة، غيَّر المهندسون الهيليوم (وهو الغاز الذي وقع عليه الاختيار للانطلاق، لأنه يساعد على تنظيف جهاز المفاعل) بالهيدروجين، الذي تعتبر نظائرُه المُشعَّة الوقودَ الحقيقي لآلات الاندماج. ونجحوا، خلال ٢٥٠ جزءا من ألف من الثانية، في توليد بلازما في ٨٠ مليون درجة مئوية، مسجِّلين بذلك البداية الحقيقية للعمليات العلمية للمولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس.

فهل هذا يعني أن المولدات الشعاعية ستشكل مستقبل الاندماج المدني على حساب التوكاماكات؟ يظل توماس كلينجر حذرًا في هذا الصدد، فيقول: "ما زلنا في مرحلة البحوث الأساسية، ولذلك فإن الجواب عن هذا السؤال سابق لأوانه".

وفعلا، فإن المولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس ما زال في خطواته الأولى. وسيتم إيقافه قريبا للإعداد لطور الزيادة في قوته. ولن يكون بوسعه أن يحطم الرقم القياسي لمدة بقاء بلازما الاندماج قبل العقد القادم. إن المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس يتعين عليه خاصة أن يَسُدَّ ثغرات المولدات الشعاعية: أي الصعوبة التي تواجهها في تسخين الجزيئات حتى مركز البلازما. علما بأن الآلة ستبقى عاجزة عن الوصول إلى مردود إيجابي في مستوى الطاقة، وهو متطلَّب ضروري قبل التفكير في إنشاء مفاعل تجاري. وعلما، في الوقت نفسه، بأن المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي ربما يكون قد حقق هدفه، الذي يتجاوز إمكانات المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس.

وفي نهاية المطاف، فإن المولدات الشعاعية ستظل متأخرة جيلا كاملا على التوكاماكات. ولهذا السبب، فإن «ديمو» (Demo)، المفاعل المستقبلي الذي يُفترَض أن يضع الاندماج على طريق ما قبل العصر الصناعي، تتجه النية إلى تصوره بوصفه توكاماكا.

ومع ذلك، كما يبين رودولف نوي "فتبعًا للنتائج التي حققها المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي والمولّد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس، ولتصور الوسائل الرقمية لمراقبة البلازمات، فليس من المستبعد تماما أن يتوجه الباحثون في النهاية إلى ديمو مولّد شعاعي (Demostellarator)".

خلال هذا الوقت، يعيد المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي بناء نفسه

إن هدف المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي الذي تم إنشاؤه في بلدة «سان-بول-ليز-دورانس»، قريبا من موقع مركز الطاقة النووية بمدينة كاداراش (فرنسا)، بسيط: يتمثل في أن ينتج من الطاقة أكثر مما يستهلك. وحقيقة، يسعى هذا التوكاماك إلى أن يحصر ٨٤٠م^3 من بلازما الديوتيريوم والتريتيوم التي سُخِّنت إلى ١١٠ ملايين درجة مئوية، ويُنتِجَ، خلال ٤٠٠ ثانية، قوة متولدة من الاندماج النووي تفوق عشر مرات حجم القوة التي ضُخَّت في الآلة لإشعال التفاعل (انظر مجلة العلم والحياة، العدد ١١٢٢، ص٥٠). وبمناسبة انطلاق العمل بصفة رسمية، في سنة ٢٠٠٦م، أُعلِنَ أن التجارب الأولى يُتَوقَّع القيامُ بها سنة ٢٠١٦م. وسرعان ما تبين أن الأمر يحتاج إلى مزيد من الوقت، وأن التجارب الأولى ستكون سنة ٢٠١٩م. ثمَّ قَدَّمت الإدارةُ مؤخرًا رزنامة جديدة يظهر منها أنه يُتَوقَّع تأخيرٌ إضافي بخمس سنوات.

تصوران في تصور واحد

يخفف جي لافال من حدة هذا الرأي فيقول: "الجميع مقتنعون بأن المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي سيحقق نتائج جيدة؛ وبناء عليه، فإن ديمو سيكون توكاماكا. ولكن إذا نجح المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس، فمن سيُثْبِت لنا بأن المولدات الشعاعية، على الصعيد الصناعي، لن تنافس التوكاماكات...". ويمضي توماس كلينجر قدما في هذا الاتجاه، فيقول: "من المحتمل أن ينصهر التصوران في مفاعل صناعي يستفيد من محاسن التوكاماكات والمولدات الشعاعية في الوقت نفسه".

ويحسم برنار ساوتيك الأمر قائلا: "كل ما يمكننا أن نقوله في أفق سنة ٢٠٦٠م أو سنة ٢٠٧٠م، لا يعدو أن يكون مخططات حول النجم المذنَّب. ولكن من الواضح أن المولد الشعاعي موجود في المخططات الأوروبية لتطوير الاندماج. فليس من قبيل الصدفة أن الاتحاد الأوروبي موَّل إلى حدود ٤٥٪ بعض مراحل بناء المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس".

ومنذ ١٠ ديسمبر ٢٠١٥م، لوحظ أنَّ المباراة بين الآلتين، اللتين تمثل كل منهما الوجه الثاني للأخرى، وهي مباراة ظننَّا أنها انتهت، قد انطلقت مجددًا بكل عنفوانها. والقرائن كلها تدل على أن مستقبل العالم في مجال الطاقة يتوقف على نتيجتها. ■

(١) FUSION: LA PROUESSE DU STELLARATOR, Science & Vie 1183, P 88-96

(٢) Mathieu Grousson



للاستزادة

انظر: فيديوهات بناء المولد الشعاعي ويندلاشتاين ٧-إكس وتشغيله، الروابط المباشرة على الموقع

science-et-vie.com



تطلق هذه الجبال الجليدية الأغذية التي انتزعتها من الصخر أثناء تكونها، مسهلة بذلك نشوء الطحالب البحرية.

H.TABARANT/ONLYWORD.NET

جبال الجليد العملاقة تخصِّب المحيط الجنوبي

إنها لظاهرة خارقة تلك التي كشفت عنها ١٧٥ صورة لـ١٧ جبلاً جليديًا عملاقًا (يتجاوز طولها ١٨ كلم) التقطها قمر اصطناعي وجمعها قرانت بيقس (Grant Biggs) وفريقه من جامعة شيفيلد (بريطانيا). تلك الظاهرة هي إخصاب المحيط، على مدى مئات الكيلومترات أحيانا، وهو إخصاب ناتج عن المواد الغذائية التي يطلقها ذوبان الجبل الجليدي. إنها أغذية انتزعها الجبل الجليدي من القارة حين لم يكن إلا جزءا من الكتلة الجليدية. وقد دل على ذلك الإخصاب احتواءُ الماء على اليخضور، وبعبارة أخرى، كثافة الطحالب البحرية المجهرية التي تسبح فيه. وقد بيّن قرانت بيقس أن "المتأمِّل يرى بوضوح خليطا من اليخضور يمتدّ في خط يكاد يكون مستقيما، وخصوصا في مقدمة الجبل الجليدي، لأن التيار السطحي، الذي يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الجبل الجليدي نفسه، يحمل الماء الذائب". واعتمادًا على حسابات الفريق، فإن ما يصل إلى ٢٠٪ من طحالب المحيط الجنوبي يمكن أن يكون مصدرها من هذا الإخصاب، الذي يتواصل عدة أشهر. ويؤكد قرانت بيقس أن تلك العملية "مفيدة أيضًا للمناخ لأنها تزيل الكربون من الغلاف الجوي. وحين تموت تلك الطحالب وتغرق، فإن الكربون يُطرَح في قاع المحيط". ومن هنا فإن تكاثر الجبال الجليدية المتوقع يمكن أن يخفف قليلاً من ظاهرة الاحتباس الحراري!



DE G. À DR.: ULET IFANSASTI / GETTY IMAGES / AFP - GENE BLEVINS / REUTERS

النينيو،

الرعب القادم من المحـ

إنه يجعل الطقس في حالة من الجنون، ويقلب الرياح والتيارات البحرية رأسا على عقب، وربما تسبب في فيضانات في أمريكا الجنوبية، وفي حالات جفاف في إندونيسيا. وحين يرتكب النينيو «El Niño»، ابن المحيط الهندي المدلل، حماقاته، فإن العالم بأسره يرتجف خوفا...

بقلم: كارين بيريار [٢]

"ها قد عاد النينيو. وهو أقوى من أي وقت مضى!" أثار هذا الإعلان الصادر في صيف سنة ٢٠١٥م عن علماء المناخ زوبعةً من الرعب في إندونيسيا، والبيرو، والإكوادور، وبولينيسيا. ولا غرابة في ذلك، فـ <النينيو> أسوأ ما يمكن أن يحلّ بالإنسان من نكبات. وحين يحطّ رحاله في المحيط الهادي، فإنه يصحب معه مزيدًا من الأعاصير، والجفاف، والفيضانات... وهذه الظاهرة المناخية الطبيعية، التي تحدث بعد فترة تتراوح بين سنتين وسبع سنوات، تُدخِل اضطرابا على مسارات الرياح والتيارات البحرية على طول خط الاستواء. وفي العادة، فإن الرياح التجارية الشرقية، فوق المحيط الهادي، هي التي تمسك بزمام المبادرة. وهذه الرياح تهب دائمًا من الشرق إلى الغرب ملامسةً البحر. وحاملة في طريقها المياه السطحية الحارة التي تتكثف حول الجزر الإندونيسية. فينتج عن ذلك أن الأرخبيل يظل طوال السنة غاطسًا في مسبح تفوق حرارة مياهه ٢٨ درجة مئوية. وفوق هذا الحوض، بمياهه الحارقة، تستقرّ غيوم رعدية داكنة (انظر الرسم ص٨٠). لذلك تنزل الأمطار بغزارة في إندونيسيا. وهو ما يفسر أن البلاد تزخر بالغابات الاستوائية وتزدهر فيها زراعة الأرز.

وبالمقابل، ففي شرق المحيط الهادي، تختلف حالة الطقس اختلافًا تامًا. فتقفر



> تبين هذه الصورة الملتقطة بالأقمار الاصطناعية في شهر ديسمبر ٢٠١٥م وجود الامتداد الواسع من الماء الحار (باللون الأحمر) قبالة سواحل البيرو.

>^ في إندونيسيا (على اليمين) تتزايد الحرائق بسبب الجفاف الذي يسببه النينيو، في حين تشهد كاليفورنيا (على اليسار) من الجهة الأخرى للمحيط الهادي أمطارًا عنيفة أدت إلى حدوث فيضانات.

ـيط الهادي(١)

سواحل البيرو، التي تكتسحها رياح جافة تهبّ في اتجاه البحر. ولا تتجاوز حرارة المحيط ١٨-٢٢ درجة مئوية.

وهذه المياه الباردة غنية جدًا بالأملاح المعدنية (كالفوسفات، والنترات). وينتج عن ذلك أن المحيط قبالة سواحل البيرو يعج بالحياة البحرية.

إنه يشوّش الرياح بقدر ما يشوّش التيارات البحرية

ولكن حين يصل النينيو، ينقلب كل شيء رأسا على عقب. فبداية من شهر مارس، وطوال الربيع والصيف، تضعف الرياح التجارية. وتفقد القدرة على نقل المياه الحارة إلى أقصى غرب المحيط الهادي، وعلى الإبقاء عليها في «الحوض الإندونيسي».

ومن ثم، فإن ذلك الحوض يتمدد أكثر فأكثر باتجاه الشرق، ويتراجع حتى سواحل البيرو (انظر الصورة أعلاه والرسم ص٨٠). ولكن، كلما زادت حرارة المياه في عرض سواحل البيرو، نَقَصَ عدد الأسماك فيها. مما يشكل كارثة اقتصادية في تلك البلاد، التي تُعَدُّ ثاني منتج للأسماك في العالم.

إضاءة

إن اسم **النينيو** (الذي يعني «الطفل» بالإسبانية) يشير إلى النبي «عيسى عليه السلام»، لأن هذه الظاهرة المناخية تبلغ أوجها خلال عيد الميلاد.

تتمثل **الزراعة القائمة على القطع والحرق** في حرق أرض مهملة، لجعل تربتها أكثر خصوبة حتى تصير صالحة للزراعة. فالتربة حين تستنزفها الزراعات، تُترَك مجددا دون زراعة، وخلال ذلك الوقت يتمّ إحراق أرض أخرى.

الطفل المشاكس الذي ينشر الفوضى

في ذلك الوقت نفسه، تهطل أمطار عنيفة على شمال البيرو، لأن السحب الرعدية تتلو المياه الحارة على سواحل أمريكا الجنوبية. وبهذا، فإن بعض المناطق القاحلة ينهمر عليها من الأمطار في أسبوع واحد ما يعادل مجموع الأمطار التي تسقط عليها في خمس سنوات! وبما أن الأرض جافة إلى حد كبير، فإنها لا تستطيع أن تتشرب كل تلك المياه، التي تندفع عبر المنحدرات، فتفيض مجاري الأودية والأنهار، مما يؤدي إلى فيضانات وانهيارات أرضية. أما في إندونيسيا، فإن انخفاض حرارة مياه المسبح الاستوائي يَحُدُّ بشكل كبير من التساقطات، متسببا أحيانا في حالات من الجفاف تحرق المحاصيل الزراعية.

يستغرق النينيو في العادة سنة كاملة، من مارس إلى مارس من السنة التالية. فإن تلك الظاهرة البيئية ما زالت متواصلة... ولكن الخسائر المسجلة باهضة حقا.

وفي إندونيسيا، حيث يمارس السكان طريقة >**الزراعة القائمة على القطع والحرق**>، فإن النيران، التي يسهل التحكم فيها عادة، خرجت عن إطار السيطرة بسبب الجفاف. واندلعت حرائق هائلة أتلفت، بين شهري يوليو وديسمبر، أكثر من ٢٠,٠٠٠كلم٢ من الغابات، أي ما يعادل مساحة مقاطعة «بيكاردي» (فرنسا)! وما زاد الطين بلة، أن الدخان المنبعث من الحرائق أدى إلى تسمم تايلاند، وماليزيا، وسنغافورة، والفيليبين، متسببا في اضطرابات تنفسية أصابت ما يزيد على ٥٠٠,٠٠٠ شخص.

أما من الجهة الأمريكية، فإن ارتفاع درجة حرارة المياه ولّد أكثر من عشرين إعصارًا منها باتريسيا، وهو أعنف الأعاصير المسجلة في هذه الناحية، وقد دمر ما يقرب من ٣٥,٠٠٠ مسكن في المكسيك. أما البيرو، فلم يُصَبْ بأذى إلى حدّ الآن، لأن طبقة المياه الحارة بقيت عالقة بعيدًا في عرض السواحل. ولكن حكومة البيرو ظلت في حالة استنفار، إذ لا يُستبْعَد أن تحدث ←

← فيضانات هائلة.

فيضانات من ناحية وجفاف من ناحية أخرى

من الواضح أن النينيو هو الطفل المشاكس للمحيط الهادي. ولكن أضراره لا تنحصر في هذه المنطقة لسوء الحظ. فعندما «يعطس» النينيو، تصاب الكرة الأرضية كلها بالزكام! ذلك، أنه لا يكتفي بتعديل نظام الرياح السطحية، بل يشوش أيضًا اتجاه الرياح العلوية وقوتها. وتلك الرياح العلوية على اتصال مستمر برياح أخرى تهبّ بمحاذاة خط الاستواء (انظر الرسم المقابل على اليمين)، ولكن أيضًا في اتجاه نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي.

معلوم لدينا مثلا، أن النينيو يحوّل اتجاه التيار النفاث، وهو تيار هوائي، يَجلب، في الشتاء، الأمطار إلى شمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية. وفي الشتاء الماضي، على سبيل المثال، كان الطقس لطيفًا وجافًا بصورة استثنائية في ولايتَيّ أوريجون، وواشنطن، القريبتين من كندا، في حين أن ولاية كاليفورنيا، التي تقع في أقصى الجنوب، غمرتها الفيضانات! وسيكون بوسع ولاية كاليفورنيا أن تقوم بجبر الأضرار. أما في البلدان الفقيرة كالهند أو بلدان جنوبي إفريقيا، فإن هذا الاضطراب البيئي يمكن أن يتسبب في مصائب حقيقية.

فالقسم الأكبر من السكان، في تلك الجهات، مزارعون صغار تتوقف حياتهم على ما ينتجونه في حقولهم ليقتاتوا منه. ولكن النينيو، حين يربك موسم الأمطار، يمكنه أن يدمر محاصيلهم. وفي السنة الماضية، كان النينيو مسؤولا جزئيا عن الجفاف الشديد الذي أصاب أثيوبيا، والزيمبابوي، وملاوي، وجنوب إفريقيا. وفي شهر يناير، بلغ مجموع الأشخاص المحتاجين للمساعدة الغذائية العاجلة ١٣ مليون نسمة. ومع ذلك، فمن الممكن أن نخفف من آثار هذه الآفة. وحسبنا أن نتوقع زمن وصولها في مرحلة مبكرة بشكل كاف.

توقع الأسوأ للاستعداد له

ويبين إيريك جيليادري (Eric Guilyardi)، من مختبر علم المحيطات والمناخ بباريس أن "العلماء، في الوقت الراهن، أصبحوا قادرين

مع النينيو أو بدونه: ما الذي يتغير

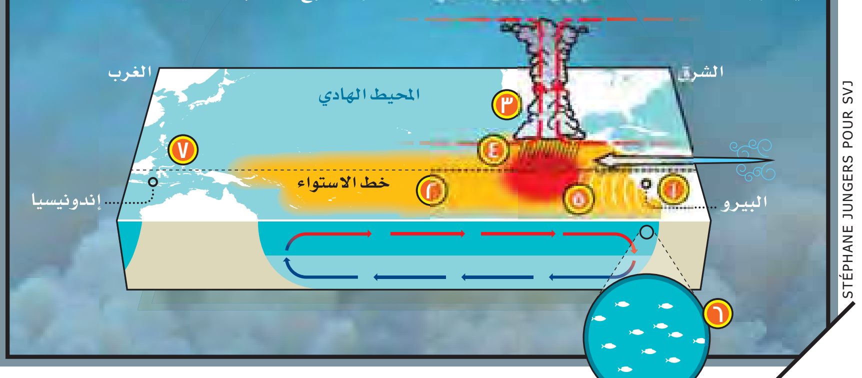
السنوات العادية

على طول خط الاستواء، تجوب المحيط الهادي رياح سطحية قوية جدًا، هي الرياح التجارية شرقية، التي تهبّ من الشرق إلى الغرب (١). وهي تنقل المياه السطحية الحارة التي تتكاثف على مسافة تفوق ١٥٠٠٠كلم بين إندونيسيا وجزر ساموا (٢). وهذا الحوض المتسع يضم أشد مياه الكوكب الأرضي حرارة (بين ٢٨ و٣٠ درجة مئوية). وفي الأعلى، يكون التبخر كثيفًا: الهواء الذي سخنه المحيط «يخفّ» ويتصاعد. وهذا الهواء المحمّل بالرطوبة، يبرد أثناء صعوده، ويتكاثف مكوّنًا سحبًا رعدية هائلة تنهمر على إندونيسيا طوال السنة (٣). وحين تُفرغ الرياح رطوبتَها، تنطلق في كل الجهات، في الأعالي هذه المرة. وتلتقي الرياح المتجهة شرقًا، فوق البيرو، برياح عالية أخرى قادمة من المحيط الأطلسي، تهبّ في الاتجاه المعاكس (٤). وهو ما يجعلها تنزل إلى السطح. وبما أن تلك التيارات الهوائية جافة، فلا تسقط الأمطار على سواحل البيرو القاحلة (٥). أما المحيط، فلا تتجاوز حرارته ١٨-٢٢ درجة مئوية في مستوى سواحل البيرو. والسبب هو أنه كلما دفعت الرياحُ التجاريةُ المياهَ السطحيةَ الحارة، فإن تلك المياه يتم تعويضها بمياه الأعماق الباردة (٦). وهذه الحركة المستمرة تدفع إلى السطح بالأملاح المعدنية (الفوسفات والنيترات...) المتجمعة في أعماق المحيط. والنتيجة هي أن مياه البيرو تعجُّ بالأسماك (٧).

الغرب
الشرق
المحيط الهادي
الرياح التجارية
خط الاستواء
جزر ساموا
إندونيسيا
البيرو
تيار بارد
تيار حار
الماء الحار (>٢٨ درجة مئوية)
الماء البارد

سنوات النينيو

بداية من شهر مارس، تضعف الرياح التجارية السطحية (١)، وبهذا، فإن حوض المياه الحارة، الذي لم تعد تلك الرياح قادرة على نقل مياهه، يتمدد أكثر فأكثر باتجاه الشرق (٢). وتتنقل معه المنطقة التي تتكون فيها العواصف الرعدية (٣). وخلال الشهور الثمانية الأولى، تتركز الأمطار خاصة على وسط المحيط (٤)، ولكن بداية من شهري نوفمبر ديسمبر، حين تشتدّ حدّة النينيو تنهمر أمطار غزيرة على شمال البيرو. وفي الوقت نفسه، فإنّ تنقّل الحوض يحمل الماء الحار إلى سواحل أمريكا الجنوبية (٥). وبذلك، فإن مياه الأعماق الحارة لا تعود قادرة على الصعود. وبما أن هذه المياه تخلو من محتواها العادي من الأغذية، فإنها تصبح قليلة الأسماك (٦). وبابتعاد منطقة العواصف الرعدية الكبرى عن إندونيسيا، وغينيا الجديدة، وجزر ساموا، تصبح تلك البلدان قليلة الأمطار (٧).



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

النينيو يؤثر في مناخ الكوكب الأرضي برمته



السنوات العادية

تمثل منطقة الأعاصير الرعدية، التي يطلق عليها أيضا اسم «النقل الحراري»، جزءا من منعطف كبير لمرور الرياح فوق المحيط الهادي(١). وهذا المنعطف موصول بمنعطفات أخرى على طول خط الاستواء وحول الأرض، تتفاعل جميعا. وفي سنوات النينيو، تنتقل منطقة الأعاصير الرعدية باتجاه الشرق(٢). وبذلك تتغير حركة الرياح في منعطف المحيط الهادي(٣). وهو ما يُربك أيضا المنعطفات المجاورة. فعلى سبيل المثال، في سنوات النينيو، تهب الرياح الأرضية على الهند من الشرق إلى

سنوات النينيو

الغرب(٤)، والحال أنها تتحرك عادة من الغرب إلى الشرق. وهذا التغير في وجهة الرياح يمكن أن يُدخل الاضطراب على موسم الحصاد، بسبب الريح التي تهب بين الشمال والجنوب، حاملة معها الأمطار إلى البلاد. وفعلا، ففي سنة النينيو، تشهد المحاصيل في الهند انخفاضًا... وفي كينيا، وفي شمال غرب إفريقيا(٥)، يحدث العكس في أغلب الأحيان: فالنينيو يحمل منطقة الأعاصير الرعدية الكبرى من المحيط الأطلسي إلى تلك الجهات، ويتسبب في فيضانات عملاقة.

< إن الاضطرابات التي يتسبب فيها النينيو تترك آثارها في كوكب الأرض.

STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

على اكتشاف تقدم طبقة المياه الحارة باتجاه الشرق، بفضل بالونات مغمورة على عمق ٤٠٠م تحت سطح البحر، على امتداد المحيط الهادي. وبهذه الطريقة يتمكنون من توقع النينيو قبل ستة أشهر من ظهور آثاره المدمِّرة".

وعلى سبيل المثال، فإن الإنذار الذي تم إطلاقه في شهر أغسطس سنة ٢٠١٥م، ساعد حكومة البيرو على بث فواصل إعلانية تلفزيونية لتحذير السكان، وإعادة تقييم وسائل الإنقاذ المتوفرة لديها في حال وقوع فيضانات. ولكن، إذا أردنا الحدَّ قدر الإمكان من النتائج الكارثية للنينيو، يتعين علينا أن نستعدّ له قبل قدومه بسنة على الأقل، أي قبل أن يكون المزارعون قد بدأوا البذر. وفي المناطق المهددة بالأمطار الطوفانية، يمكنهم أن يبدأوا زراعاتهم قبل الأوان، ويقدّموا موعد الحصاد حتى لا تدمَّر مزروعاتهم. وفي مناطق أخرى، بالإمكان اتخاذ قرار بزراعة نباتات أخرى، أكثر قدرة على تحمل الجفاف.

ولكن هل نستطيع أن نتوقع هذه الظاهرة كل هذه المدة قبل وقوعها؟ يتوقف الأمر على قدرتنا على فهم العوامل التي تتسبب فيها فهمًا دقيقًا. ويرى الباحثون أنه لا يوجد عامل واحد مسؤول (مثل ضعف الرياح التجارية)، بل توجد مجموعة من العوامل، بعضها كامن في الغلاف الجوي، وبعضها في المحيط.

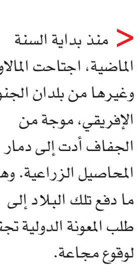
إنها لكارثة حقيقية تجتاح البلدان الفقيرة التي يصيبها النينيو

وعلى سبيل المثال، فإن حجم الحوض الإندونيسي، سيكون ذا قيمة عالية: إذ ينبغي أن يكون على قدر من الامتلاء حتى يستطيع أن «يفيض» في اتجاه الشرق. ولكن هذا التمدد لا يكون ممكنا إلا إذا هبّت الرياح بقوّة من الغرب إلى الشرق لمدة عشرة أيام على الأقل في فصل الربيع...

ولكي نتوقع ما سيحصل بعد عام، علينا إذن أن نكون قادرين على استباق أنظمة الرياح التجارية الشرقية ورياح الربيع الغربية. ولكن المشكلة تكمن في أن تلك الأنظمة تتوقف على ظواهر وقعت في المحيط الأطلسي، والمحيط الهندي، وفي نصفي الكرة الأرضية الجنوبي والشمالي. وباختصار، فإن العملية بالغة التعقيد. فهل سيتمكن الباحثون من إنجازها قبل رجوع النينيو؟ الأمر غير مؤكد. ولحسن الحظ، فإن هذه الآفة لا يبدو أنها ستكون مفرطة العنف قبل انقضاء فترة تتراوح بين خمس سنوات وعشر سنوات. وهو ما يجعل في الوقت متسعا بعض الشيء... ▮



MIKE HUTCHINGS / REUTERS



< منذ بداية السنة الماضية، اجتاح المالاوي، وغيرها من بلدان الجنوب الإفريقي، موجة من الجفاف أدت إلى دمار المحاصيل الزراعية. وهو ما دفع تلك البلاد إلى طلب المعونة الدولية تجنبًا لوقوع مجاعة.

(١) EL NIÑO, TERREUR DU PACIFIQUE, Science & Vie Junior 319, P 44-47
(٢) Carine Peyrières



G.CIRADE

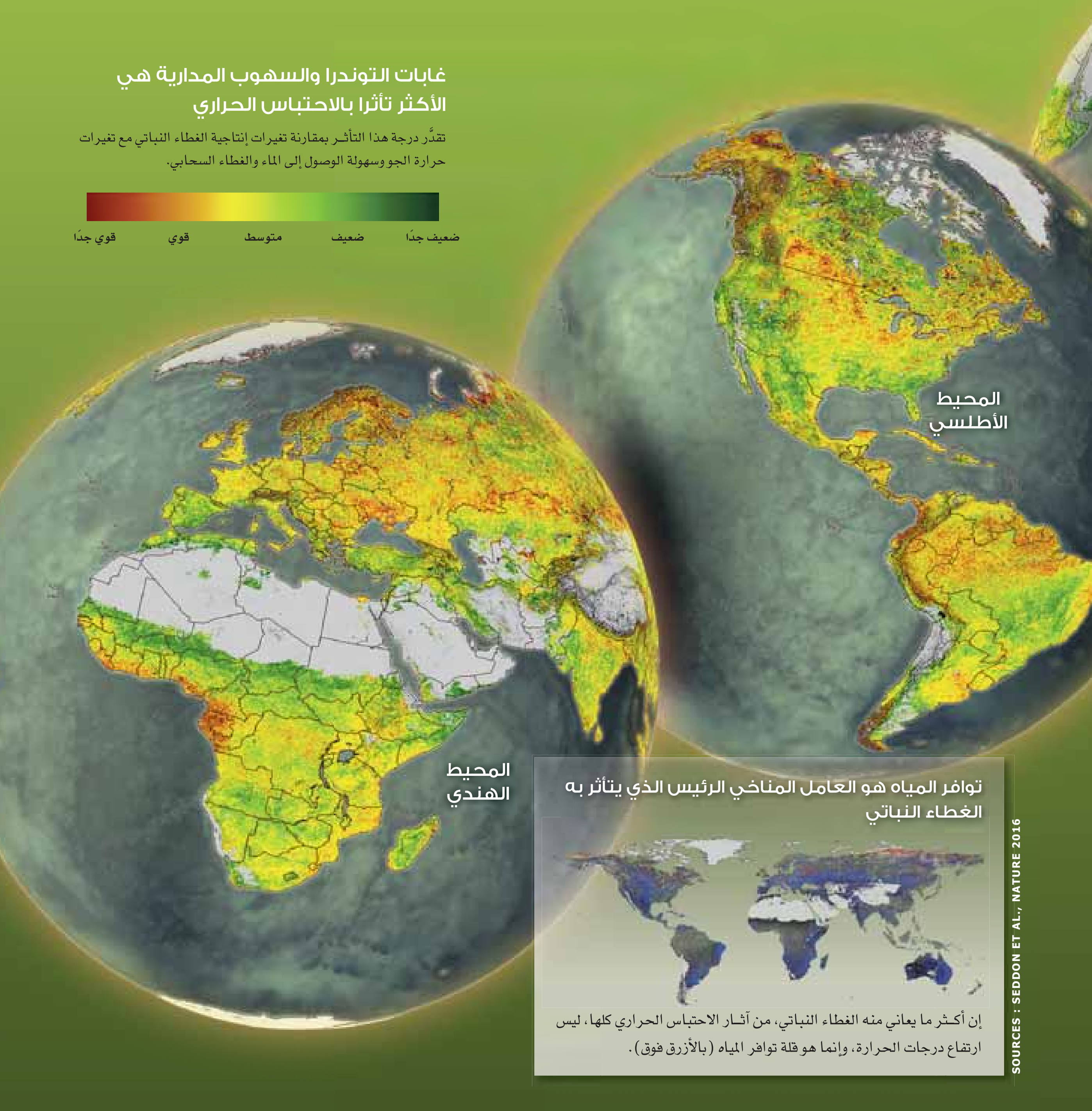
معرفة النظم البيئية الأكثر هشاشة[1]

في مواجهة التحولات المناخية، يُطرح سؤال: أي النظم البيئية (أي شبكات الأنواع الحيوانية والنباتية) ستتأقلم معها، وأيها ستضعف أو تنهار؟ ما زال علم البيئة يواجه صعوبة في الجواب عن هذا السؤال. وفي هذا السياق تندرج الدراسة التي أنجزت بإدارة أليستير سيدون (Alistair Seddon)، من جامعة بيرجن (Bergen) (النرويج)، واعتمدت رؤية تجديدية. فبدل أن يضع الباحثون نماذج جاهزة مقدمًا للمستقبل، انكبوا على دراسة الطريقة التي استجابت بها النظم البيئية الأرضية لتقلبات الحالة الجوية خلال السنوات الثلاث عشرة الماضية. يفسر أليستير سيدون طريقة العمل التي اعتمدها فيقول: "قسنا بواسطة الأقمار الاصطناعية، انطلاقا من أطوال الموجات الخضراء (وهي موجات اليخضور)، تغيرات الإنتاجية النباتية للنظم البيئية في مربعات يبلغ مقاساها ٥×٥ كلم. ورأينا ما إذا كان هذا الإنتاج يتأثر بالتغيرات الحرارية، ومعدلات هطول الأمطار، وتحركات السحب". وقد كان المنطلق هو أن المناطق الحساسة سريعة التأثر بالتغيرات الكبيرة القادمة. وتبين الخارطة التي قاد إليها هذا العمل أن النظم البيئية الأكثر حساسية كانت مناطق القطب الشمالي والمناطق الجبلية، وكذلك الغابات الأمازونية والأسيوية. وسيعمل الباحثون الآن على التأكد مما إذا كان في الأرشيف ما سيثبت هذا الرسم الأولي للخرائط. ■

(١) LES ÉCOSYSTÈMES LES PLUS VULNÉRABLES ONT ÉTÉ RÉPERTORIÉS, Science & Vie 1184, P 24-25

غابات التوندرا والسهوب المدارية هي الأكثر تأثرا بالاحتباس الحراري

تقدَّر درجة هذا التأثـر بمقارنة تغيرات إنتاجية الغطاء النباتي مع تغيرات حرارة الجو وسهولة الوصول إلى الماء والغطاء السحابي.



توافر المياه هو العامل المناخي الرئيس الذي يتأثر به الغطاء النباتي

إن أكـثر ما يعاني منه الغطاء النباتي، من آثـار الاحتباس الحراري كلها، ليس ارتفاع درجات الحرارة، وإنما هو قلة توافر المياه (بالأزرق فوق).

٪٢٥

من الغابات الشمالية الأمريكية تناقصت إنتاجيتها منذ سنة ٢٠٠٠م.

١٧

كيلومترا كل عشر سنوات، هو متوسط سرعة انتقال الأنواع الحية في اتجاه القطبين بسبب الاحتباس الحراري.

٪٢,٥

من حالات الانقراض التي سجلت إلى حد الآن كانت مرتبطة بالاحتباس الحراري.

تشيرنوبيل جحيم



SERGEY SUPINSKI / AFP

بعد انقضاء ثلاثين عامًا على انفجار مفاعل نووي في تشيرنوبيل (أوكرانيا)، تكاثرت الحيوانات حول تلك المدينة التي هجرها البشر. فكيف تعيش تلك الحيوانات على الأرض التي سمَّمها النشاط الإشعاعي؟

بقلم: مارين بولار[٢]

بالمقارنة، يبدو حادث محطة الطاقة النووية في فوكوشيما (اليابان)، منذ ثلاث سنوات، أمرًا أشبه بفزّاعة أطفال. ففي ٢٦ أبريل ١٩٨٦م تسبب المفاعل رقم ٤ في المحطة النووية تشيرنوبيل (Chernobyl Nuclear Power Plant)، في أوكرانيا، في أخطر حادث نووي في التاريخ. ونتج عن انفجاره انبعاث كمية هائلة من المواد <المشعة< في الغلاف الجوي، منتشرةً على آلاف الكيلومترات. ولكن الأماكن المجاورة للمحطة هي التي تحملت القسط الأكبر من تلك الانعكاسات. وقد رُسمت حدودُ منطقة جديدة، هي دائرة يبلغ شعاعها حوالي ثلاثين كيلومترًا محرمة على البشر: إنها المنطقة المحظورة (انظر الصورة فوق).

وبعد ثلاثين عاما، يتخذ هذا الجحيم على الارض وجها مختلفا كل الاختلاف: حيوانات متوحشة تتجول في سكينة تامة. دبّ بنّي، وهو نوع اختفى عن هذه المنطقة منذ أكثر من قرن، يقال إنه شوهد فيها. في ٨ مايو ٢٠١٥م، أعلن الوزير الأوكراني للبيئة عن إنشاء محمية طبيعية في هذه المنطقة الواقعة على الحدود بين أوكرانيا وروسيا البيضاء. فهل إن تلك المنطقة المحظورة صارت جنة حيوانية؟

الطبيعة تسترد حقوقها

ما هو مؤكد، على كل حال، هو أن الحيوانات لم تعد تخشى الإنسان في تلك الأصقاع. لقد هُجِرت مدينة «بريبيات» الواقعة على بعد ثلاثة كيلومترات من المفاعل. ومُنِع الصيد، وغَزَت الغاباتُ من جديد الأراضيَ الفلاحية المهمَلة. وخلال السنوات العشر التي تلت الحادثة، سلَّط العلماء في أرجاء الأرض أنظارهم على المناطق المحاذية لتشيرنوبيل. فاستعانوا بالمروحيات للتدقيق في تنقلات الحيوانات. وبين سنتي ٢٠٠٨ و٢٠١٠م فحصوا اثارها، المرتسمة على الثلج. كل شيء يدل على وجود ثدييات ضخمة كالخنازير البرية، والظباء، والوعول، والغزلان، ولكن أيضًا القنادس، والغُرَيْر، والثعالب، وحتى الأرانب البرية والمنك. إن الإحصاء الدقيق للحيوانات البرية أمر معقَّد، خاصة لأن أوكرانيا لا تملك الوسائل الكفيلة

أم نعيم غامض؟ (١)



> ٧ غطاء عازل جديد من الخرسانة، في سنة ٢٠١٧م، وهو الذي بني على أنقاض المفاعل (على اليمين). ولكن الإنسان لن يعود قريبا إلى هذه الأصقاع. خلافا للحيوانات، كهذا الغراب، الذي يسخر من لافتات الخطر المحيطة بالمنطقة المحظورة (في الوسط)، أو تلك الذئاب التي تتردد في مدينة الأشباح بريبيات.

الرصاص ومبيدات الحشرات أسهمت في تلويث المكان

بذلك. ولكن بفضل المعلومات التي تم جمعها في جزء المنطقة المحظورة الواقع في روسيا البيضاء، بيّن باحث بريطاني أن أعداد الوعول والغزلان ازداد بلا توقف منذ وقع الحادث المأساوي. وتضاعف بعد مرور عشر سنوات على الحادث. في حين ازداد عدد الخنازير ثلاث مرات في ست سنوات. وحتى الوشق فإنه ظهر مؤخرا لأول مرة في المنطقة. وما يثير الدهشة أكثر، هو ما ذكره الباحث البريطاني من أن عدد الذئاب يتجاوز سبع مرات عددها في المحميات الموجودة في روسيا البيضاء، والمقاربة لها حجما، رغم أنها هناك في مأمن من النشاط الإشعاعي!

تسمم إشعاعي

ولكن ليس كل شيء على ما يرام في هذه الجنة. فمنذ ما يزيد على عشرين عاما، يتعقب باحثان في علم الأحياء، أحدهما دنماركي والآخر أمريكي تشوهات الحيوانات التي تتسكع، والنباتات التي تنمو. وبين سنتي ٢٠١٠ و٢٠١٣م صادا ودرسا أكثر من ٢٠٠٠ طائر. وقد لاحظا بادئ ذي بدء أن توزّعها في المنطقة المحظورة لم يكن متجانسا: فعددها يقل بنسبة الثلثين في بعض الجهات. وقد جمعا، خصوصا، عددا كبيرا من العينات الغريبة المكسوة ريشا غير ملون أو مشوّها، أو المصابة بأمراض في العين، أو بسرطان في المنقار، أو الرِّجْل أو الرقبة (انظر الصور ص٨٧).

وقد انكبّ الباحثان، بصفة خاصة، على حالة طائر «الخطّاف». فلاحظوا أن أكثرها كان يعاني من العقم، وأن حيواناتها المنوية (وهي خلايا الإنجاب الذكورية) كانت غير عادية، أو أن أجنتها كانت تموت في البيضة قبل أن تفقس. إن حياة طيور تشيرنوبيل أبعد ما تكون عن الهناء.

إن المسؤول عن تلك العيوب، هو الخليط من العناصر الإشعاعية التي استقرت في محيط المفاعل وتخللت أرضه. وتكمن خطورة تلك العناصر في >الإشعاعات المؤيّنة< التي تبعثها. وأخطرها تلك ←

إضاءة

تتحول الذرات **المشعة** تلقائيا إلى ذرات أخرى، مُرْسلةً جزيئات أو إشعاعاً نشيطا جدا. وتلك الطاقة هي التي يعاد استخدامها في المفاعلات النووية لتوليد الكهرباء.

كيف يسمم السترونشيوم البيئة



ANTOINE DAGAN POUR SVJ

← التي يُطلَق عليها اسم أشعة غاما، وهي قادرة على اختراق المادة الصلبة - كالجلد على سبيل المثال. أما الأشعة الأخرى، مثل أشعة ألفا، فقدرتُها على النفاذ أقلّ. ولكنها تُبَثُّ بواسطة عناصر إشعاعية يمكن للحيوانات أن تلتهمها (انظر الشكل في الأعلى).

استجابات متتالية

كل تلك الأشعة المؤيّنة تسبب دمارا داخل الكائنات الحية. فتبدد الخلايا بتكسير بعض الجزيئات التي تتكون منها. وتلك الجزيئات تنقسم إلى عناصر كيميائية صغيرة تسمى الجذور الحرة، تكسر بدورها جزيئيات أخرى أصغر. إن هذه الاستجابات المتتالية تتسبب في أضرار فادحة. وبإمكان الأشعة المؤينة حتى أن تُلحق الضرر بالجزيئات الهشة لـ >الحمض النووي<، على الرغم من أنها محمية جيدا داخل نوى الخلايا: وهذا ما يؤدي إلى >طفرات< وسرطانات. وتلك الإشعاعات هي التي تجعل المنطقة المحظورة خطيرة. أما المناطق التي تكون فيها الإشعاعات في أوج قوتها، فهي تلك التي تقع في قلب «الغابة الصهباء» في تشيرنوبيل. وقد أُطلِق عليها هذا الاسم لوقوعها على تخوم الانفجار، ولأن أشجار الصنوبر فيها فقدت عنصر اخضرارها -وهو الصبغة التي تعطي النباتات لونها الأخضر- بسبب الإشعاعات الملوّثة. واليوم نجد فيها مقادير من النشاط الإشعاعي تصل إلى ٤٠٠ >ميكروزيفرت< في الساعة، أي حوالي ٢٠٠٠ مرة النشاط الإشعاعي الطبيعي للبيئة المقدَّر في فرنسا. وهذا كثير، ومع ذلك، فبإمكاننا أن نقوم فيها بجولات قصيرة دون أن نعرّض أنفسنا

إضاءة

تملك **الإشعاعات المؤيِّنة** قدرًا من الطاقة يجعلها تقتلع الإلكترونات من الذرات التي تخترقها، وتُحوِّلها أيونات. وبحسب أنواع تلك الأيونات، فإنها تنفذ إلى المواد العميقة إلى حد ما.

الحمض النووي هو الجزيئة الكامنة في نواة الخلية التي تحمل **الجينات**، أي «صفات» الكائن الحي.

الطفرة هي تعديل في الحمض النووي يمكن أن يتسبب في تشوهات في الجسم.

الزيفرت (Sv) هي وحدة القياس التي تُستخدَم لتحديد مقدار الأشعة التي يتلقاها الإنسان. ويعبَّر عنها، في الغالب، بالميليزيفرت (٠,٠٠١) أو **الميكروزيفرت** (0.000001Sv).

عودة خيول برزيفالسكي



ANTON PETRUS / GETTY IMAGES / AFP

أدخل الإنسان من جديد في المنطقة المحظورة ثمانية وعشرين حصانا من نوع برزيفالسكي، وهو نوع من أصل منغولي، في طريق الانقراض. وقد توالدت، وتجاوز عددها المائة اليوم، بحسب المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي بأوكرانيا. ويعتقد الباحثون أن قدرة تلك الخيول على التكاثر في تشيرنوبيل، إنما كانت بفضل تفوقها على غيرها من الأنواع في سرعة الهضم: فالعناصر الإشعاعية الصغيرة لا تجد الوقت الكافي لاختراق جدار الأمعاء، ويتم التخلص منها مع الروث، قبل أن تنتقل إلى الدم وتُلحِق أضرارا بالجسد كله.

إلى خطر كبير: فحياة الإنسان لا تكون في خطر إلا إذا قضى في تلك الغابة أكثر من ١٠٠٠ ساعة. وهذه المقادير طفيفة مقارنة بالمقادير الضخمة المسجلة بعد الكارثة مباشرة! ومن بين «المُصَفِّين» الستمائة، وهم المستخدَمون المكلفون بتنظيف النفايات المشعة يوم الحادث، توفي اثنان فورا بسبب الحروق، وكانت إصابات ٢٨ منهم بالإشعاعات خطيرة إلى درجة أنهم لقوا حتفهم بعد شهور قليلة.

القدرات المدهشة للحياة على التأقلم

ومع ذلك، فإن عنصرين يسممان اليوم الحيوانات التي تعيش هناك: نظير السيزيوم ١٣٧، ونظير السترونشيوم ٩٠. وتمتصهما النباتات انطلاقا من التربة، ومنها تنتقل متخفية إلى أجسام الحيوانات التي تأكل تلك النباتات الملوثة. ويشبه السيزيوم شبها تاما البوتاسيوم، وبإمكانه أن يتثبت بدلا عنه في العضلات. أما السترونشيوم، فيتم الخلط بينه وبين الكالسيوم وهو ينتهي إلى العظام (انظر الشكل على اليمين في الصفحة المقابلة). وحين يستقر بهما المقام في صميم الأجهزة، فإنهما يبثان فيها إشعاعاتهما المؤينة الرهيبة طوال حياة الحيوان الملوث... حتى وإن غادر المنطقة.

ورغم هذا التسمم الإشعاعي، فإن بعض الأنواع تظل على قيد الحياة... بل إنها تستفيد من ذلك الوضع. وعلى سبيل المثال، فإن أشجار «البتولا» تملك حمضا نوويا شديد الكثافة، يحتل مكانا صغيرا في صلب الخلايا. ومن هنا، فإن احتمال إصابته بالإشعاعات والجذور الحرة أقل، وهو ما يجعل تلك الأشجار أكثر مقاومة من مثيلاتها. ويترتب على ذلك، أن أشجار البتولا تعيد احتلال الفضاء، وتحل محل أشجار الصنوبر، التي تملك حمضا نوويا أضخم، وأكثر تعرضا للإشعاعات المؤينة. وكذلك الشأن بالنسبة إلى الحيوانات التي تخرج بأخف الأضرار. ففئران الحقول التي درسها العلماء لا تتصف بأي عاهة ظاهرة. ولكن كيف نجت من هذا العالم الذي لا يرحم؟ لا شك أن الفضل في هذا

الذين يقاومون يدفعون حياتهم ثمنًا...

يعود إلى سلاح جزيئي: فهي تنتج مضادات الأكسدة، وهي جزيئات قادرة على منع الجذور الحرة من أداء وظيفتها قبل أن تتسبب في أضرار فادحة. وقد لاحظت باحثة أمريكية أن إخضاع فئران الحقول مسبقا لمقدار قليل من النشاط الإشعاعي (كما لو كان تلقيحا يُعرِّض صاحبه لمقدار خفيف من أحد الفيروسات)، يمكن حتى أن يزيد من قدرتها على المقاومة. وفعلا، فإن ذلك الإشعاع الأول يُنشِّط نوعين من >الجينات<: هما اللذان ينتجان مضادّات الأكسدة، وجزيئات أخرى، مكلفة بالتنظيف وتصفية الخلايا المصابة.

فهل يمكن لهذين السلاحين: إصلاح الحمض النووي، والوقوف في وجه الهجومات المؤكسدة... أن يساعدا على العيش في منطقة إشعاعية كما لو أن شيئا لم يكن؟ ليس بهذه السرعة. إن كل هذه الآليات مكلفة جدًا. فلكي تصنعها، عليها أن تنفق طاقة، وتخسر عناصر غذائية لا يمكن أن تُستخدَم في وظائف أخرى حيوية - كالنمو، والتوالد... وتحذر كريستال آدم-جييرمين (Christelle Adam-Guillermin)، من معهد الحماية من الإشعاع والسلامة النووية، من أن "وسائل الدفاع المستخدَمة يمكن أن نحتاجها لاحقا في مواجهة اعتداء آخر".

منطقة مهددة على الدوام

الحقيقة، أن النشاط الإشعاعي ليس الخطر الوحيد الذي يحوم حول حيوانات المنطقة المحظورة. فالرصاص -الذي ألقته السلطات الأوكرانية لإطفاء حريق المفاعل-، أو مبيدات الحشرات -التي تم رشها بكميات كبيرة مباشرة بعد الحادث للقضاء على النباتات الملوثة- يمكنها أيضا أن تتسبب في تشوهات جينية! وثمة مخاطر دائمة أخرى تتهدد الطبيعة حول تشيرنوبيل: فكل حريق يندلع في الغابات (وهي ظاهرة متكررة بسبب غياب الصيانة) يؤدي من جديد إلى انبعاث عناصر إشعاعية في مناطق ما زالت مصونة. والأدهى من هذا كله، هو ذلك الغطاء العازل من الخرسانة والفولاذ الذي يغطي مفاعل تشيرنوبيل المصاب، فلو أن ذلك الغطاء انهار قبل الفراغ من بناء خَلَفِه، في أواخر ٢٠١٧م، لتسربت منه مجددا أطنان كثيرة من الغبار الإشعاعي متسببة في تلويث المناطق المجاورة!

والخلاصة، أن المنطقة المحظورة، رغم أنها تبدو نعيمًا في الأرض، إلا أنها ما زالت، بالنسبة إلى الحيوانات التي غزتها، جحيمًا. وستظل كذلك مدة طويلة: لأن آخر آثار النشاط الإشعاعي لن تزول إلا بعد ٢٠٠,٠٠٠ سنة...

KOSTIN IGOR / RIA / AFP

< تقع شجرة الصنوبر هذه على مسافة ٥٠٠م من المفاعل (الذي يُرَى في الخلف). وجذعها الغريب الشكل، المنقسم ثلاثة أقسام، هو النتيجة الواضحة للخسائر التي تسببت فيها الإشعاعات.

T. MOUSSEAU AND A. MØLLER

∧ تشوُّه في المنقار، وضمور في ريش الذيل (على اليسار) أو طول غير طبيعي (على اليمين): تلك هي بعض الطفرات التي لوحظت على الخطاطيف التي بقيت على قيد الحياة في المنطقة المصابة بالإشعاعات في تشيرنوبيل.

(١) TCHERNOBYL: ENFER OU PARADIS SAUVAGE?, Science & Vie Junior 320, P 46-49
(٢) Marine Bollard


SHUTTERSTOCK

٧ ألغاز في الحياة اليومية تستعصي على علماء الفيزياء[١]

الثلج، ينزلق...
الأمر بديهي، أليس كذلك؟
ومع ذلك فإن تفسير هذه الظاهرة البسيطة ليس بتلك البساطة:
فمحاولات علماء الفيزياء لتفسيرها تبوء منذ زمن طويل بالفشل الذريع. تماما كمحاولاتهم أن يعرفوا هل الزجاج صلب أم سائل، ولِمَ نستطيع أن نحافظ على توازننا على الدراجة، أو إلى كم قطعة تتمزق البالونة حين تنفجر... تكشف مجلة العلم والحياة للصغار عن هذه الأشياء القليلة الشأن وعن أسرارها الكبرى.

بقلم: فابريس نيكو[٢]

١ لماذا نحافظ على توازننا على الدراجة؟

الأمــر لا يصــدَّق... نحــن نركــب على الدراجــة منــذ مائــة وخمســين عامــا، ومع ذلــك، فإن الباحثين ما زالــوا يتساءلون عن الطريقة التي تعمل بهــا قيادة الدراجة! بيد أن المسألة ليست بسيطة بالمرة. فما هو السر في أننا نتماسك علــى دراجة تسير، ونسقط حين تتوقــف؟ إن الســبب الأول الذي يخطر ببال عالم الفيزياء هو التأثير التوازني. فهو يقــول إن العجلــة حين تكــون في حالة دوران تقاوم كل تغيير نريد أن نجريه على <محور الدوران>.

الدراجة ليست خذروفا...

تلــك هــي حالــة الخــذروف (الدُّوَّامَةُ) مثــلا. فحــين ينطلــق في الــدوران، فإنــه يتماســك مستقيما ولا شيء يمكنه أن يجعله ينحني. إلا إذا بدأتْ طاقتُه تقلّ، وتوقّف عن الــدوران: فيسقط. ومــن هنــا، فإننا يمكن أن نــرى الدراجة بوصفهــا عجلتين تدوران، وإذا انطلقــا، فإنهمــا يحافظــان على محور دورانهمــا موازيًــا للأرض. وهــو مــا يمكّن الراكــب من البقــاء منتصبــا. وحين تصبح سرعته غير كافيــة، فإنه يسقط. الأمر جيّد جدا! ولكن المسألة ليســت بهذه البساطة... فلكــي يظهــر المفعــول الــدوراني، يجب على العجلــة أن تــدور بسرعــة أكــبر بكثــير من سرعتــه في الدراجة. وفعــلا، فإنك تستطيع أن تقــود الدراجــة ببــطء شديــد دون أن تسقط مع ذلــك. ولدحض هذه الحجة، قام عــالم الفيزياء البريطاني ديفيد جونز، سنة ١٩٧٠م، بصناعة دراجة مزوَّدة بجهاز يلغي المفعول الدوراني (فيها عجلة أخرى، أصغر، مــن الأمام، ملصقــة بالعجلــة الأولى وتدور عكــس اتجاهــه): فكانــت النتيجــة أن هذه الدراجة كانت متوازنة تماما. إذًا الافتراض لم يكــن صحيحًا. وعلى ذلــك. فإن شئت أن تعرف سر الدراجة، فخذ دراجتك وأمسكها مــن المقعــد وأنــت تمشــي. وإن أَمَلْتَهَــا إلى اليمين مثلا، ستلاحــظ أنهاتدور في الاتجاه نفســه. والآن ماذا يحدث لو أنك دفعتَها إلى الأمام بقــوة؟ ستميل بسرعــة إلى اليمين أو إلى اليسار.

لنتصــور أنهــا ستميــل إلى اليســار. إن المقــود سيميــل هو أيضــا إلى جهــة اليسار، ثــم إن الدراجــة ستنتصب كمــا لــو كان ذلــك بمفعول سحــري. فكأنهــا عدَّلــت مسارهــا بنفسهــا! ولكــن ليس في الأمر ســحــر بطبيعة الحال... وإنما هو المفعــول الطارد المركزي ليــس إلا. وأنت تشعر بــه في السيارة حين يــدور السائق إلى اليمــين، فتجــد نفســك مدفوعــا إلى الباب الأيســر. فالمفعــول «الطــارد» يُبعــدك عــن مركز الدوران، كما لــو كنت تفرّ منه. وحين تَميــل دراجتُــك إلى اليسار، فإنهــا تأخذ في الانعطــاف يســارا، انعطافــا يشتــدُّ بسبب دوران المقــود. وبالتــالي فإنهــا تقــع تحت تأثــير المفعــول الطــارد الذي يخالــف ذلك المنعطــف ويجذبهــا إلى الاتجــاه المعاكــس، أي إلى اليمــين. لهــذا السبــب يستوي المقود مــن جديد، وتعــود الدراجــة «بمفردها» إلى الطريق المستقيم.

الحجة بالسقطة

إن المفعــول الطــارد، بطبيعــة الحال، لا يظهــر إلا في سرعــة معينــة. ولذلــك، فإننا نسقط حين نسير بسرعــة غير كافية. ولكن بصفــة عامة، يمكننا أن نقــول إننا نتماسك على الدراجة لأن المفعول الطارد، الذي يؤثر في المقــود، يَحُــول دوننــا ودون السقوط من هــذه الجهــة أو من تلــك. ولكي تقتنــع بهذه الفكــرة، انظر مــا الذي يحــدث عندما تقع العجلــة في ساقيــة، أو تصدم بسكــة قطار، أو تلامس حافة الرصيف. إن العجلة تصبح كـ«الأســير»، ولا يمكنهــا في تلــك الحالــة أن تدور يمينا ولا يســارا لتستعيد وجهتها. إنها السقطــة! الآن، وقــد صرنــا نعــرف بصورة أفضــل القُــوَى التــي تمكّن الدراجــة من أن تبقــى منتصبــة، فإنه سيصــير بإمكاننا أن نتصور دراجــة المستقبل، التــي ستكون على قدر من الثبات يستطيــع معه أيُّ شخص أن يركبها... دون أن يمسكها بيديه!

العلم كالدراجة: إن لم يتقدّم، سقط!

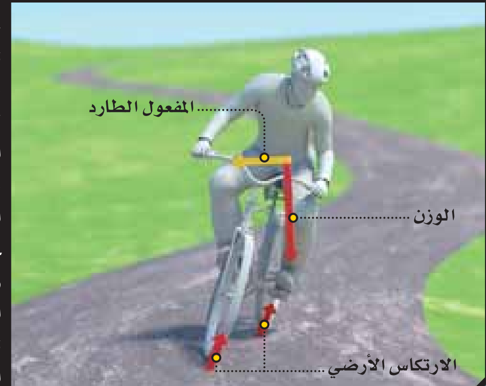
إضاءة

محور دوران العجلة هو المستقيم الذي يمر من مركزه والذي تقع حوله الحركة الدائرية.

للاستزادة

كتاب «الفيزياء المفاجئة والفيزياء المتسكعة» (La Physique surprise et La Physique buissonnière)، تأليف ج-م (J.-M). كورتي (Courty) وإ. كيرليك (E. Kierlik)، نشر دار بولان (Belin).

ميزان القوى



حين يتحرك الراكب، تنزع القوى المؤثرة فيه إلى التوازن. وإذا كان الوزن والارتكاس الأرضي يجعلانه يميل إلى اليسار، فإن المفعول الطارد يمارَس في اتجاه اليمين. وبناء على ذلك، فإن الدراجة لا يمكنها أن تسقط، لا من هذه الجهة ولا من تلك.

٢ ماهي الحصاة المثالية لكي ننجح في لعبة الحصاة النطاطة؟

لديكم دون شك فكرة عن المسألة: نحتاج إلى حصاة خفيفة ومسطحة جدا. وإذا رمى بها أحد البارعين في هذا الفن بأقصى ما عنده من قوة وبطريقة أفقية ما أمكن، دافعا إياها دفعا رفيقا بمعصمه لجعلها تدور حول نفسها، فإنها ربما استطاعت أن تنطّ أكثر من خمسين مرة في الرمية الواحدة! كيف يكون ذلك ممكنا؟

ما إن تلامس الحصاةُ سطحَ الماء حتى تخضع لقوة متجهة إلى أعلى، متناسبة مع مساحة سطح الملامسة، مربع سرعة القذيفة. وهذا هو السبب الذي يجعل من الضروري أن تكون الحصاة مسطحة: فهذا يزيد من سطح الملامسة، وفي الوقت نفسه يقلل الوزن. ودوران الحصاة بسرعة حول نفسها، يتيح لها أن تبقى في وضع أفقي، كالخذروف الذي نرمي به في الهواء. وبهذه الطريقة، فإن الحصاة تستفيد من سطح الملامسة الكبير هذا عند كل نطة جديدة.

ولكن في شهر فبراير ٢٠١٦م، أدلى فريق من الباحثين الأمريكان بتصريح أثار الدهشة! فقد أعلنوا أنهم اكتشفوا الحصاة المثالية للنجاح في لعبة الحصاة النطاطة، وهي لا تشبه في شيء الصورة التي ألفها الناس. فهي مدورة تماما، ولدنة جدا: إنها كرة بلاستيكية قابلة للتشكل!

وقد بين الباحثون أن تلك الكرة حين ترتطم بالماء، يتغير شكلها فتصير مسطحة، كالحصاة. وعندها تخضع لقوة دافعة معاكسة بالاتجاه مماثلة بالمقدار (انظر الشكل في الأسفل). ولكن الكرة تتمتع بميزة مهمة لا تتوفر في الحصاة: فبما أنها جسم كروي، فلا فائدة من تدويرها. وفعلا، فإن سطحها يظل هو نفسه حين ترتطم بالماء. وبهذه الطريقة، فإن نحن حركناها بسرعة أفقية كافية، نجحنا في لعبة الحصاة النطاطة في كل الأحوال. وبطبيعة الحال، فإن فائدة هذه الأبحاث لا تقف عند هذا الحد. فبإمكانها مثلا أن تفيد في تطوير قوارب مطاطية (من نوع زودياك) أكثر انسيابية في الماء.

وبدون استخدام اليدين، هل تسير الأمور أيضا على ما يرام؟

SHUTTERSTOCK - BENOÎT LAPRAY POUR SVJ



JESSE BELDEN/NAVAL UNDERSEA WARFARE CENTER DIVISION NEWPORT

< إن الكرة اللدنة تنط بنفس الطريقة التي تنط بها حصاة مسطحة: فعند ملامسة الماء(١)، يتمدد سطحها(٢)، ويُحدث تجويفا في الماء(٣)، ويخضع مقابل ذلك لقوة تدفع الكرة إلى أعلى(٤).

 الزجاج أتراه يسيل؟

بدأ كل شيء بحكاية شعبية قديمة... من القرون الوسطى. منطلقُها ملاحظةٌ من صميم الواقع: هي أن زجاج الكنائس المعشَّق أكثرُ سمكا في أسفله منه في أعلاه. وفي هذا دليل على أن الزجاج ليس صلبا، وإنما هو سائل يجري رويدا رويدا. ومع ذلك، فإن بعض صفائح الزجاج المعشق صُنِعتْ منذ أكثر من ألف عام، ولو كان هذا الزعم صحيحا لتوفّر لها من الوقت ما يكفيها لتسيل. أليست هذه قصة رائعة؟ بلى، ولكنها غير صحيحة. فلئن كان الزجاج أكثر سمكا في أسفله، فليس ذلك إلا نتيجة للتقنيات التي كان يستخدمها مَهَرَةُ الزجّاجين في صناعته. ولدينا زجاج أقدم من هذا بكثير، أكواب، ومزهريات يعود تاريخها إلى الأمبراطورية الرومانية، لمّ تتحوَّل بِرَكًا. ولكن هل يعني هذا أن الزجاج صلب كغيره من الموادّ؟ تلك مسألة مختلفة تمام الاختلاف... وإذا أردنا أن نفهم القضية، وجب علينا أن نعرف كيف تُصنع القطع الزجاجية. إنها تُصنع من السيليكا (وهو يعني إجمالا الرمل) الذي يسخن إلى أن يبلغ ١٥٠٠ درجة مئوية: فيتحول سائلا، إذا تركناه يبرد، حصلنا على زجاج صلب. ألا يُذكّركم هذا بشيء؟ خذوا ماءً سائلا، وخفّضوا من حرارته شيئا فشيئا، سترون أنه يتحول ثلجا شديد الصلابة. وهذه العملية الفيزيائية هي نفسها التي تحصل في صناعة الزجاج.



هذا القار تم وضعه في القمع سنة ١٩٢٧، ومنذ ذلك الوقت لم تسل منه إلا سبع قطرات. وهذا ما نسميه سائلا شديد اللزوجة. فهل هو شبيه بالزجاج؟

PITCH DROP EXPERIMENT/ UNIVERSITY OF QUEENSLAND

الرقصة الأخيرة قبل التجمد

إذا نظرنا في أحد السوائل، وجدنا أن الذرات التي يتكوَّن منها مشحونةٌ بالطاقة. وبناء على ذلك، فإنها تتحرك في كل الاتجاهات، فتترابط فيما بينها تارة، وتتباعد تارة أخرى، باحثة عن مغامرات جديدة. ونتيجة لهذا، فإن السائل لا يكون متماسكا، وبالتالي فإن شكله يكون في تغير مستمر. فإذا برد، فقدتْ تلك الذراتُ طاقتَها. وهنا يكون الحفل قد انتهى: فتعود تلك الذرات إلى الانضباط بأتم معنى الكلمة. وما يحدث هنا شبيه بما يحدث لحبات البرتقال المرصوفة في محل الخضروات. ولكن الرصف لا يتم كما اتفق. وإنما يتم حسب أفضل ترتيب ممكن، وهو الترتيب الذي يتطلب أقل ما يمكن من الطاقة اللازمة لتوفير تماسك الخليط. وبهذا، فإن الذرات، حين تهدأ حركتها، تستطيع أن تترابط فيما بينها ترابطا متينا، مكوِّنة بلورا (انظر المؤطر في الصفحة المقابلة). وهذه هي حال أغلب المعادن.

ما الذي نلاحظه بالنسبة إلى الزجاج؟ في البداية، يحدث الأمر نفسه: فالذرات تتحرك في الزجاج السائل المسخّن. وكلما انخفضت درجة حرارته أخذت تلك الذرات في السكون. فكأن الحفل يتوقف شيئا فشيئا، إلى أن تتجمد الذرات وهي تخطو خطوتها الأخيرة في الرقص. ولكنها لا تصطفّ بشكل منظم، كما يحدث في البلور. إلى درجة أن الباحثين، حين يراقبونها،

إن كان الزجاج يسيل،

SHUTTERSTOCK - BENOÎT LAPRAY POUR SVJ

إضاءة

البوليمرات مركب كيميائي يتكون من جزيء واحد أو أكثر من الجزيئات الكبيرة التي تتشكل من جزيئات أصغر متكررة.



مع الزجاج ليس كل شيء شفافا، العكس هو الصحيح

يعتقدون أنهم يشاهدون سائلا لا يجري، لا بلورا متجمدا إلى الأبد. ومن هنا تولَّد سؤالُهم: هل الزجاج يسيل في حقيقة الأمر بطريقة بطيئة جدا، على مدى مليارات السنين؟ أم تراه توقف عن السيلان نهائيا؟ وفي هذه الحالة، لماذا لا تصطفُّ الذرات في وضع يقلل من طاقة الخليط؟ لم يعثر الباحثون إلى اليوم على جواب قاطع لهذا السؤال. على الأقل فيما يخص الزجاج الذي نراه في حياتنا اليومية... ولقد بلغ هذا اللغز بالباحثين درجة جعلتهم يصنعون أنواعا خاصة من الزجاج، حرصا منهم على فهم طبيعة هذه المادة. وفي هذا السياق، اخترع فريق من علماء الفيزياء الفرنسيين والكنديين زجاجا من >البوليمرات<، وهو شريط سمكه بضع مئات من >النانومترات<، يتمتع بخواص مذهلة.

يحدث كل شيء في السطح

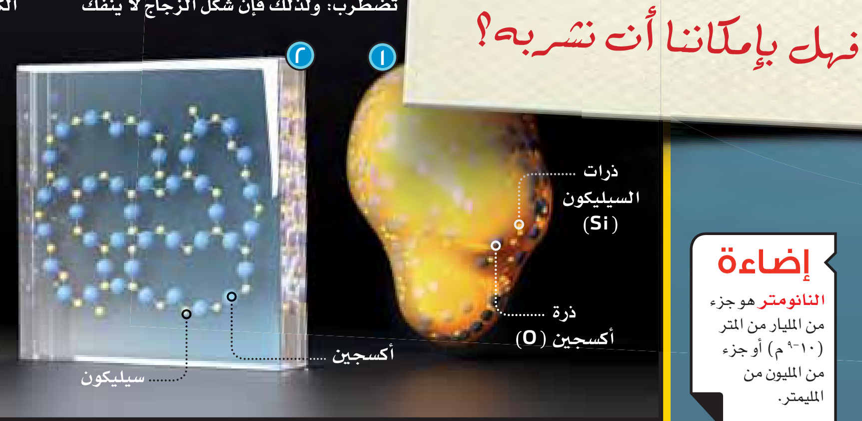
في الظاهر، يبدو هذا الاختراع كما لو أنه زجاج «حقيقي». ولكن الباحثين حين وضعوا على سطحه ذرة من ذرات الذهب، لاحظوا أنها تنغمس فيه قليلا، كما لو كانت موضوعة على سائل! ومن ناحية أخرى، لاحظوا أن هذا الزجاج إن لم يكن له سمك واحد، فإنه يميل إلى الذوبان من قسمه المرتفع إلى قسمه المنخفض. وهذه العملية المدهشة لا تحدث إلا في سطح الزجاج، في سُمْك يُقَدَّر ببضع نانومترات. فإذا تجاوزنا السطح، ظل الزجاج صلبا. وهذا شبيه إلى حد ما بالثلج (انظر ص٩٤)، ولعل سر هذه الخواص الغريبة يكمن في أن البوليمرات في منطقة تماس الزجاج/والهواء تكون أقل تماسكا فيما بينها من الموجودة في العمق. وما زالت الأبحاث مستمرة، ولكن ثمة شيء لا يرقى إليه الشك: هو أن الزجاج، وإن كان شفافا، كامدٌ (حاجب للضوء) أكثر بكثير مما يبدو عليه!

فهل بإمكاننا أن نشربه؟

المسألة مسألة ترتيب

إن ما تتميز به الحالة السائلة أو الصلبة لأحد المعادن هي الطريقة التي تنتظم بها الذرات التي يتكون منها. ففي الحالة السائلة، تكون ذرات الزجاج أو السيليكا (ثاني أكسيد السيليكون «SiO_2»)، مشحونة بالطاقة. وبالتالي فإنها لا تبقى في مكان واحد، بل تضطرب: ولذلك فإن شكل الزجاج لا ينفك يتغير (١). وإذا فَقدتْ تلك الذراتُ طاقتَها (حين تبرد)، فإنها تتجمد شيئا فشيئا وتنتقل إلى الحالة الصلبة.

وفي الزجاج العادي، تنتظم الذرات كما اتفق (٢). وفي بعض الأحيان، حين تتوفر لها ظروف الحرارة والضغط، تكون بنيةً صلبة: فينتج بلور الكوارتز (٣).



إضاءة

النانومتر هو جزء من المليار من المتر (10^{-9} م) أو جزء من المليون من المليمتر.

٤ لماذا ينزلق الثلج؟

لأول وهلة، يبدو الجواب على هذا السؤال بديهيا: فالثلج ينزلق لأنه أملس، هذا طبيعي! وإذا تمشينا خطوات على الثلج بأحذية ملساء فإننا سنسقط لا محالة، لأن الحذاء الأملس لا يستطيع أن يثبت على سطح الثلج الأملس. هل هذا التفسير صحيح؟ كلا... لأننا إذا مشينا على صفيحة زجاجية لا ننزلق، على الرغم من أن سطحها أملس من الثلج. ولكن، حين يتساقط المطر، يصبح الزجاج المبلل زلاقا... هل الأمر محير؟ إليك التفسير!

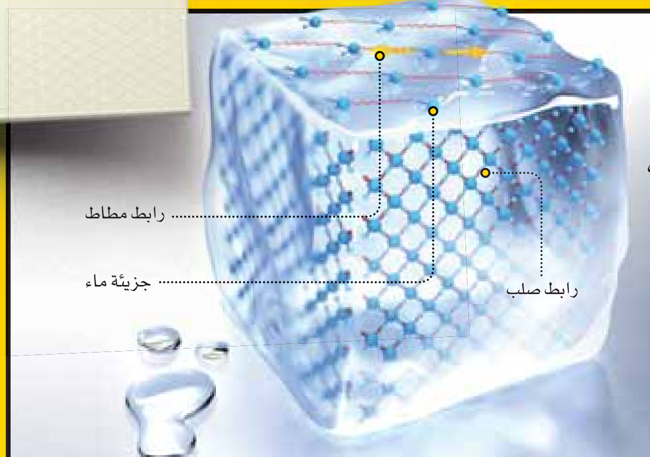
ليس الثلج هو الذي ينزلق، ولكن ما ينزلق هو طبقة من الماء السائل توجد على سطحه. وحين نسير عليه، فإننا نصبح مثل البهلوان الذي يحاول أن يتماسك على بساط يتكون من مليارات الكرات الصغيرة: هي ذرات الماء. هل انتهت الحكاية؟ أبدا، فالسؤال الذي يُطرَح هو: من أين تأتي تلك الطبقة الرقيقة من الماء؟ المعروف أن الثلج لا يوجد إلا إذا انخفضت درجة الحرارة تحت الصفر. وفي هذه الدرجة، يتجمد الماء. هل عجزتم عن الجواب؟ اطمئنوا، فأكثر الناس لا يعرفون الجواب. إن هذا اللغز حيَّر علماء الفيزياء منذ ما يزيد على قرن، وقدَّموا فرضيات كثيرة لحله. منها أننا نعرف أن الثلج يذوب إذا سلطنا عليه ضغطا. فهل يكون وزن المتزلج الذي يتوزع على حذاء التزلج هو الذي يجعل الثلج يذوب جزئيا، وبذلك تتكوّن تلك الطبقة الرقيقة من الماء التي تمكّنه من الانزلاق؟ هذه فكرة رائعة. ولكن الحسابات لا تَدَعُ مجالا للشك في أنها فكرة غير صحيحة. فلكي يصبح الثلج سائلا، علينا أن نسلّط عليه ما يعادل مئات المرات من الضغط الجوي. وهو أمر ليس في مقدور المتزلج أن يقوم به. ناهيك عن أن الحرارة إذا بلغت ٢٢ درجة مئوية تحت الصفر، فإن أقوى الضغوط لا يذيب الثلج، بل، على العكس، يجعله أكثر صلابة! وبالتالي، فإن الانزلاق يصبح مستحيلا تحت هذه الدرجة. الفكرة خاطئة إذن... توجد فرضية أخرى: هي قوى الاحتكاك. فحذاء التزلج، حين يحتك بالثلج، قد يتسبب في ارتفاع طفيف في درجة الحرارة، بقدر كاف لإذابة طبقة رقيقة من

> **لسنا بحاجة إلى أحذية تزلّج لنقوم بحركات على الثلج**

لماذا كان الثلج الزلاق

SHUTTERSTOCK - BENOÎT LAPRAY POUR SVJ

السطح المتحرك



إن الطبقة الرقيقة من الماء السائل الموجودة على سطح الثلج هي التي تجعله زلاقا. أما في العمق، فإن جزيئات الماء المتجمد متماسكة بقوة، وبالتالي فإن شكلها لا يتغير. وفي المقابل، فإن الجزيئات المعرضة للهواء «تسترخي»: فتتمدد روابطها، ولكنها لا تنقطع، تماما كخيط المطاط. فإذا سلطنا ضغطا على ذلك السطح، بأن نمشي فوقه مثلا، فإنه يتحرك... كما لو كان بساطا من الكريات التي تتفلت من تحت أقدامنا.

MACIEJ FROLOW POUR SVJ

إضاءة

الضغط هو قوة مسلَّطة على سطح. وفي هذه الحالة، فإن جسم المتزلج يسلط قوة على الثلج.

الضغط الجوي هو وزن العمود الجوي الموجود فوق سطح معين.

الماء. وهذا التفسير يبدو أكثر إقناعا، ولكنه غير كاف، لأن المتزلج يمكنه أن يسقط حتى وهو واقف، بلا حراك، إذن دون احتكاك.

صلب وسائل في الوقت نفسه

في سنة ٢٠١٤م، حاول فريق من الباحثين الصينيين أن يكشفوا سر هذه الطبقة الرقيقة من الماء ففحصوها عن كثب. وبفضل سلسلة التجارب وعمليات المحاكاة الرقمية التي قاموا بها، توصلوا إلى أنّ تلك الطبقة فعلا رقيقة جدا، لا تتجاوز بضع نانومترات، أي سُمْك بعض الجزيئات. وهذه الطبقة يتغير شكلها بسهولة، وتسلّط على ما حولها قوّةً كهربائية، دافعة الجزيئات الأخرى التي قد تقترب منها. وهذا يجعل منها مادةً مسهِّلةً للحركة فعالةً جدا! ولهذا السبب فإنها زلّاقة إلى حد كبير. ويرى هؤلاء الباحثون أن جزيئات الماء لا تتصرف بهذه الطريقة إلا لأنها تقع على حدود التماسّ بين الثلج والهواء.

وبهذه الصورة، فإنها تستطيع أن تتحرك بسهولة فيما بينها (ومن هنا تكتسب قدرتها على التشكل)، في حين أن جزيئات الثلج متراصة تماما. فكأنها مترابطة بسلك مطاطي يمكن جذبه دون أن ينقطع. وربما كانت تلك الروابط المتمددة هي أيضا السبب في التنافر الكهربائي الذي تمارسه الطبقة. وهذا «الغشاء المائي»، الذي نجده أيضا في سطح كأس ماء سائل، لا يشبه الجسم الصلب (لأنه كثير التشكل)، ولا الجسم السائل (لأنه لا يتشكل بقدر كاف). ومن هنا، فإن الباحثين لم يتفقوا على تسميته: فالفريق الصيني يصفه بأنه «شديد الصلابة»، في حين يصفه فريق ياباني منافس له بأنه «شبه سائل». لاحظوا أن السقوط عليه في الحالتين، مؤلم حقا...

صلبًا إلى هذه الدرجة؟

٥ لماذا يتجمد الماء الساخن بسرعة أكبر؟

يواجه علماء الفيزياء منذ سنة ١٩٦٣م صعوبة كبرى في تفسير ظاهرة «مْبيمْبَا» (Mpemba effect)، التي سُمِّيتْ باسم الطالب التانزاني الذي اكتشفها في تلك السنة. ضعوا كوبا من الماء الساخن وكوبا من الماء البارد في الثلاجة. أيهما سيتجمد قبل الآخر؟ ستعتقدون، بلا شك، أن الماء البارد سيتجمد قبل الماء الساخن. ولكن للأسف، فالماء الساخن أسرع تجمدا! قبل أن تبدأوا تجربتكم، لاحظوا أن الأمر يتوقف على درجات الحرارة الأصلية. فعلى سبيل المثال، الإناء الذي يحوي ماء تبلغ حرارته ٨٠ درجة مئوية، سيتجمد قبل الإناء الذي ماؤه لا يتجاوز ٤٠ درجة مئوية. ومنذ خمسين سنة، يحاول العلماء أن يجدوا تفسيرا نهائيا لهذه الظاهرة، دون جدوى، رغم محاولاتهم المتكررة.

فمن المعلوم، مثلا، أن السائل الموضوع في الثلاجة يخضع لعمليات حَمْلٍ حراري كثيرة، وبعبارة أخرى عمليات نقل الحرارة: فالماء الساخن، وهو قليل الكثافة، يصعد إلى السطح، حيث يلامس الهواءَ المتجمد فيبرد. وبذلك تزداد كثافته فينغمس. وبطبيعة الحال، فكلما كان السائل أسخن في البداية، كانت عمليات الانتقال الحراري أشدّ. وبفضل تلك العمليات، فإن محتوى السائل، حين يصعد ساخنا من الأعماق، يتخلى للبيئة المحيطة عن شيء من طاقته. وحتما، كلما كانت تلك العمليات أكثر، كانت سرعة السائل في التخلي عن طاقته أكبر، وبالتالي فإنه يبرد بسرعة أكبر. ولا شك أن لهذه العملية دورًا في تفسير الظاهرة، ولكن العلماء يعتقدون أنه توجد عوامل أخرى مؤثرة لا يجزمون الآن بمدى أهميتها.

< هذا الماء الذي نقذفه في الهواء الجليدي يتجمد فورا. وإذا كان الماء ساخنا، فإن العملية تعطي نتيجة أفضل مما لو كان الماء باردا!

MICHAEL H DAVIES/MERCURY/CATERS NEWS

٦ إلى كم قطعة تتمزق البالونة حين تنفجر؟

اعترفوا بأنكم استمتعتم ذات يوم بثقب البالونات البلاستيكية التي تزين حفلة أخيكم الصغير أو أختكم الصغيرة، أليس كذلك؟ في هذه الحالة، ربما لاحظتم، وأنتم تغرقون في الضحك، أن بعض البالونات تنقسم قسمين، في حين تنفجر أخرى وتتمزق إلى ما يقارب عشر قطع، دون سبب واضح... وقد حاول كل من سيباستيان مولينيه (Sébastien Moulinet) ومختار أدّا بيديا (Mokhtar Adda-Bedia)، وهما عالمان في الفيزياء أن يدرسا هذه الظاهرة. فاستخدما كاميرا فائقة السرعة لتصوير انفجار بالونات مطاطية تُشَقُّ بسكين. وكانت تلك أفضل طريقة للعثور على التفسير. وإذا لم تكن البالونة مُحْكَمَة النفخ، فإن الثقب يتسبب في انشطار يمتد في خط مستقيم يقسم البالونة قسمين (انظر المؤطر في الأسفل). وهنا نحصل على قطعتين. ولكن كلما كانت البالونة محكمة النفخ، كان الانشطار أسرع. وحين تبلغ السرعة ٥٧٠م/ث (متر في الثانية) (أي ٢٠٠٠كلم/س «كيلومتر في الساعة») يتغير كل شيء. فالانشطار لا يتم في خط مستقيم، بل ينقسم قسمين، على شكل حرف Y. وكل شق من ذلك الشكل ينقسم بدوره قسمين، وهكذا دواليك إلى أن تتمزق إربا. وقد رأى الباحثان خلال التجارب التي أجروها أن عدد القطع يصل أحيانا إلى ٦٤ قطعة! كيف نفسر هذا الاختلاف؟ حين يَثْقُب رأسُ السكين غلافَ البالونة، تنقطع بعض الروابط القائمة بين الجزيئات. وبالتالي، فإن صدمة التمزق تنتقل إلى الغلاف بأكمله، فتصطدم كل جزيئة بالجزيئة المجاورة لها. وبذلك، فكأن المادة كلها يتم «إعلامها» بأن تمزقا بصدد الانتشار على سطحها... وهذا الإعلام يسير بسرعة ٥٧٠م/ث: وهي السرعة التي بها تتنقل موجة الانفجار من جزيئة إلى أخرى في البالونة المطاطية.

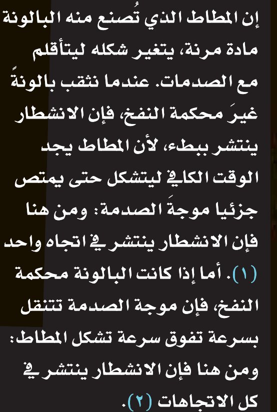
يمكن أن يصل عدد قطع البالونة الممزقة إلى ٦٤ قطعة

في حالة صدمة

ويقول سيباستيان مولينيه: "كلما تقدم الانشطار، أخذ المطاط الذي يتكون منه غلاف البالونة يعيد توزيع الضغوط، أي القوى الميكانيكية المسلطة عليه، بحسب تنامي موجة الصدمة. وعند رأس الانشطار تحديدًا، تبلغ الضغوط أَوْجَها. وفي هذه النقطة بالذات تكون البالونة أكثر قبولا للتمزق: فالانشطار يتقدم في خط مستقيم، دون أن ينقسم. فإذا تجاوزنا سرعة ٥٧٠م/ث، فإن الانشطار يتقدم في مادة لم تجد الوقت الكافي لتعيد توزيع ضغوطها، و«لا علم لها» بأن انشطارا سيَحُلُّ بها قريبا. ومعنى ذلك أن الضغط لم يعد مركّزا في رأس الانشطار. فينتج عن ذلك تشعّب في مسار التمزق". ذلك هو سر انفجار البالونة في مختلف الاتجاهات! وهذا التفسير لن يكفكف دموع الأخ الصغير أو الأخت الصغيرة، ولكنه سيساعدنا على فهم سبب تكسر موادّ أخرى (كالزجاج أو الخرسانة...)، وبالتالي على جعلها أكثر مقاومة.

SHUTTERSTOCK - BENOÎT LAPRAY POUR SVJ

إذا كانت البالونة محكمة النفخ فإنها تتناثر إلى قطع صغيرة



إن المطاط الذي تُصنع منه البالونة مادة مرنة، يتغير شكله ليتأقلم مع الصدمات. عندما تثقب بالونةً غيرَ محكمة النفخ، فإن الانشطار ينتشر ببطء، لأن المطاط يجد الوقت الكافي ليتشكل حتى يمتص جزئيا موجةَ الصدمة: ومن هنا فإن الانشطار ينتشر في اتجاه واحد (١). أما إذا كانت البالونة محكمة النفخ، فإن موجة الصدمة تتنقل بسرعة تفوق سرعة تشكل المطاط: ومن هنا فإن الانشطار ينتشر في كل الاتجاهات (٢).



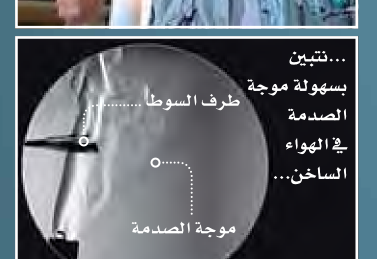
MACIEJ FROLOW POUR SVJ

٧ من أين تأتي فرقعة السوط؟

ظل علماء الفيزياء منذ قرن يطرحون على أنفسهم هذا السؤال. ولم يجدوا له جوابا شافيا إلا سنة ١٩٩٨م. فما سر ذلك؟ الجواب هو أن طرف السوط يتجاوز سرعة الصوت وهي ١٢٠٠كلم في الساعة! فهو إذن، مثل الطائرة التي تفوق سرعتها سرعة الصوت، يُصدِر دويًا عاليا، لا يشبه صوت الطائرة، ولكنه، بالنظر إلى حجم السوط، يسبب تلك الفرقعة المعروفة. والحقيقة، أن علماء الفيزياء كانت لهم شكوك في أن السوط يتجاوز <جدار الصوت>. ولكن كيف لهم أن يقيسوا الوقت الذي يستغرقه شريط جلدي متحرك؟ هذا هو السبب الذي جعلهم ينتظرون سنة ١٩٩٨م والكاميرا الفائقة السرعة بمعهد فْرَاوْنْهُوفَرْ بفْرِيبُورْج (Fraunhofer in Fribourg)، بألمانيا حتى يعلموا علم اليقين. إن قدرة تلك الكاميرا على التقاط ٩٠٠٠ صورة في الثانية مكّنت العلماء من تصوير المسار الذي يقطعه السوط. وبفضل تلك الكاميرا، نظر باحثو المعهد في تلك الصور، فلاحظوا فيها موجة صدمة صادرة عن طرف السوط في آخر حركته. تلك هي الفرقعة! وفعلا، فإن كل جسم تفوق سرعته سرعة الصوت يسبب ضغطا زائدا في الهواء، يبلغ آذاننا في صورة ضجة عالية. وفي لحظة الفرقعة، قاسَ العلماءُ سرعة طرف السوط فوجدوها ٢٦٠٠كلم في الساعة، أي أنها تفوق ضعف سرعة الصوت!

ولكن كيف يمكننا أن نصل إلى هذه السرعة باستخدام قوة الساعد وحسب؟ أولا لا يجب علينا أن ننبهر بالأرقام. فهذه السرعة المذهلة لا تستغرق إلا ١,٢ من ألف من الثانية. وبالتالي فإن القوة التي نحتاج إليها لدفع بضع جرامات من الجلد حتى تبلغ هذه السرعة لمدة لحظات قصيرة ليست قوة خارقة. ومن جهة أخرى، فإن هذه الطاقة مدهشة، لأنها مركزة على نقطة دقيقة. ويبين تحليل الحركة أن الضاربَ بالسوط ينشئُ بساعده موجةً صغيرة، تنتشر على طول الشريط الجلدي. وحين تصل الموجة إلى نهاية الشريط، فإنها «تتدفق» بشدة: وهنا ينبسط طرف السوط دفعة واحدة، بالغا هذه السرعة العجيبة. وبهذه المناسبة، ترتفع سرعتها ٥٠٠٠٠ <ج>! وهذا هو السبب الذي يجعلها تتآكل في وقت قصير. ■

حين نفرقع سوطا فوق شمعة...



...نتبين بسهولة موجة الصدمة في الهواء الساخن...



...وهي تبتعد شيئا فشيئا عن طرف السوط.

DOC/DR



كم أحتاج من الوقت لأجمع كل قطع البالونة؟

إضاءة

إذا تجاوز جسم سرعة الصوت في الغلاف الجوي (١٢٠٠كلم/س)، فإن الموجات الصوتية التي يبثها تضغط الهواء أمامه إلى حد أنه يكون حاجزا: هو الذي يطلق عيه اسم **جدار الصوت**.

١ج (جاذبية) هو التسارع الذي يخضع له كل جسم ساقط على الأرض (ويقدّر بـ٩,٨م/ث٢) (م=متر، ث=ثانية).

(١) 7 MYSTÈRES DU QUOTIDIEN QUI RÉSISTENT AUX PHYSICIENS, Science & Vie Junior 319, P 30-39

(٢) FABRICE NICOT

سحر الرياضيات

بقلم: روبن جاميه [١]



فن تقشير التفاحة [٢]

اليوم ستدخلون عالم الطبخ! عليكم أن تقشروا التفاح... بتجريب طريقتين مختلفتين، ستكتشفون منحنيات رياضية لها انعكاسات على طريقة سفرنا على سطح التفاحة الكبرى التي هي الأرض. هل أنتم جاهزون؟ شاركونا إذن!



١ توجد مدرستان لتقشير التفاح. في المدرسة الأولى ننطلق من أعلى الفاكهة وننزع شريطا عريضا من القشرة حتى الأسفل. كما في تطبيقات الجيوديسيا، أي المسافة الأقصر من نقطة إلى أخرى. فإذا طبقناها على مجسم كروي، فإن ذلك المنحنى يسمى الأورثودُرُومي (أي المنحنى الكبير).



٢ بهذه الطريقة، يتم التقشير على مراحل. نقطع أشرطة متماثلة تقريبا، يتبع كل واحد منها خطَّ طول (أي نصف دائرة يربط بين القطبين).

٣ أما أنصار المدرسة الثانية، فينزعون القشرة كلها دفعة واحدة! والفكرة هي أن نتبع دائما اتجاها واحدا. عمليا، نقوم بتدوير التفاحة حول نفسها (انظر الصورة أ). فيمضي التقشير في حركة لولبية حول التفاحة، مراعيا دائما الزاوية نفسها بالنسبة إلى خط الطول الذي انطلقنا منه (انظر الصورة ب الخط ذو اللون الأزرق).

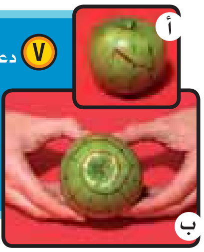


٤ توجد عقبتان علينا أن نتجنب الوقوع فيهما إذا أردنا أن ننزع القشرة كلها في قطعة واحدة. الأولى، ألا نبني زاوية قائمة بين خط طول التفاحة (بالأزرق)، ومقبض أداة التقشير. ستعود في نهاية الدورة إلى النقطة التي انطلق منها بالضبط، ولا يكون قد انتزع إلا شريطا ينغلق على نفسه.

٥ الخطر الثاني: قطع القشرة. وفعلا، إذا أردنا أن نقشر التفاحة كاملة، علينا أن ننطلق من أحد القطبين. وهذا يجبرنا على القيام بدورات صغيرة جدا في البداية، ثم بدورات تتسع شيئا فشيئا ثم تصغر من جديد حتى تنتهي بالالتفاف حول القطب الآخر. وعلى هذا النحو، فإن البداية والنهاية تحتاجان إلى شيء من الدقة. أما المنحنى الذي تحصلنا عليه فهو اللوكسودروميا (أحد أنواع الحلزون).



٦ لكي تدركوا جيدا شكل هذا المنحنى، ارسموا أحد المنحنيات. ابدأوا برسم خطوط طول على التفاحة (انظر الصورة أ بالأزرق). انطلقوا من نقطة من خطوط الطول، وارسموا خط مستقيم (بالأحمر) يربط المنحنى بالخط المجاور له. ثم قيسوا الزاوية بين ذلك الخط وخط الطول الذي انطلقتم منه (انظر الصورة ب).



٧ دعوا المنحنى جانبا، وارسموا خط مستقيم آخر، يربط خط الطول النهائي بالخط الذي يليه (انظر الصورة أ). إذا واصلتم بهذه الطريقة، تحصلتم على منحنى قريب من اللوكسودروميا (الصورة ب)، باتباع اتجاه ثابت!

العلاقة مع الرياضيات

بهذا، سيكون من السهل علينا أن نفهم لماذا لا تحافظ الطائرة التي تقطع المسافة من باريس إلى طوكيو على الاتجاه نفسه، وإلا فإن الطريق ستكون أطول مما ينبغي، (ومن هنا فإنها تسلك مسارا لوكسودروميا). لذلك تبدأ الطائرة في الصعود إلى الشمال الشرقي، وعندما تصل إلى سيبيريا، تنزل في اتجاه الجنوب الشرقي. ولذلك تتمثل القيادة في معرفة الطريقة التي نغير بها الاتجاه حتى نسير في خط مستقيم! نظريا، طبعا. أما في الواقع، فإن الفرق بين الطريق الأورثودرومية (أي المنحنى الكبير) والطريق اللوكسودرومية (أي المنحنى الذي يقطع خطوط طول كرة من زاوية ثابتة) لا تكفي دائما لتفسير تغيير الاتجاه. وهكذا تلاحظون أن الرياضيات، رغم كونها مفيدة جدًا لتقدير خطأ (هو هنا الفرق في الطول بين مسارين)، فإن الخطأ لا يكون أحيانا على درجة كافية من الأهمية... تجعلنا ننغص على أنفسنا بالرياضيات! ▮

---

(١) Robin Jamet

(٢) MAGIC MATHS: L'ART DE PELER UNE POMME, Science & Vie Junior 319, P 67

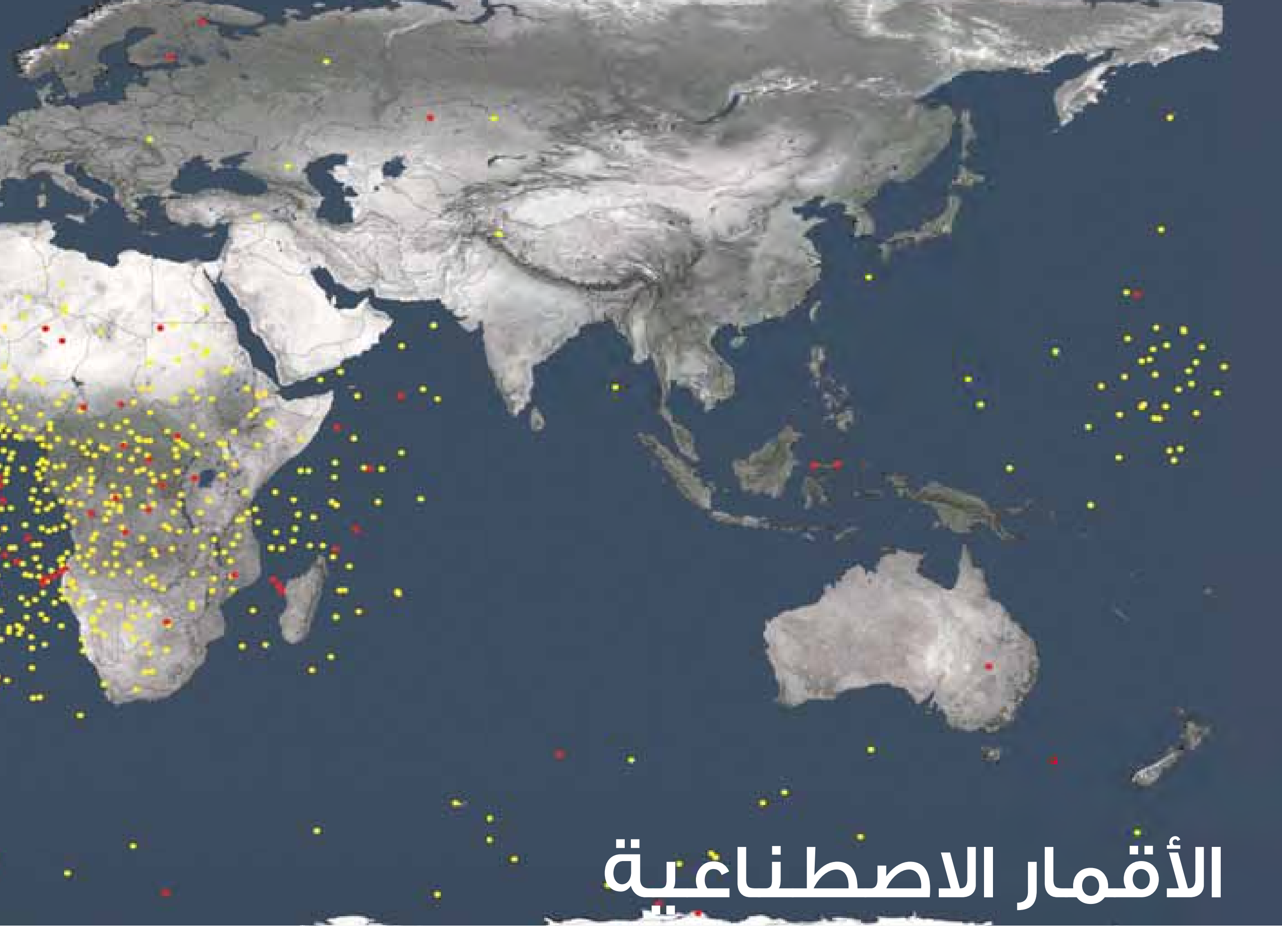


إن القمر، إذ «ينفخ» الغلاف الجوي تحته، ينقص قليلا من كثافة الأمطار في المناطق المدارية.

NASA

القمر يؤثر في نسبة تساقط الأمطار

يعلم الجميع أن القمر يؤثر في المدّ والجزر... وقد تبين أخيرًا أن له تأثيرًا مماثلاً في الغلاف الجوي! وفعلا، فإن جاذبية القمر تتسبب في تضخم الغلاف الجوي، كما هو الشأن بالنسبة إلى المحيطات. وقد بين مؤخرًا عدد من الباحثين من جامعة واشنطن (الولايات المتحدة الأمريكية) أن هذه الظاهرة تتسبب في تناقص خفيف في نسبة تساقط الأمطار! ولهذا قام كل من تسوباسا كوهياما (Tsubasa Kohyama) وجون والاس (John Wallace) بالفحص في بيانات قياس الأمطار المجمَّعة طيلة خمسة عشر عامًا بواسطة القمر الاصطناعي المسمَّى: مهمة مقياس تساقط الأمطار المدارية (Tropical Rainfall Measuring Mission). وبعد تحليلها إحصائيا، اكتشفا أن تساقط الأمطار في المناطق المدارية يقل بنسبة ١٪ عندما يكون القمر بدرا. ولا غرابة في ذلك. فحين يؤثر القمرُ في الغلاف الجوي الذي يوجد تحته ويجعله أكثر انتفاخًا، فإنه يزيد من سمك طبقة الهواء، وبالتالي يزيد من الضغط السطحي، ومن درجة الحرارة. غير أن الهواء الحار يمكنه أن يحوي من الماء أكثر مما يحويه الهواء البارد، دون أن يتكثف ذلك الماء: ومن ثم، فإن كمية الأمطار تكون أقل بنسبة بسيطة! فهل يصح هذا في مناطق أوروبا؟ يجيب تسوباسا كوهياما: "إن العلماء لم يُجْروا بحوثا تثبت لهم ذلك، ولكني أعتقد أن هذا النوع من التأثير أمر قليل الاحتمال. ذلك أن تأثير القمر في الضغط السطحي يكون أقل ثماني مرات منه في المناطق المدارية". ويبين الباحث أن هذا التأثير القمري ليس له أي انعكاس على الحيوانات أو النباتات، لأنه واقع كليًا تحت تأثير عوامل أخرى. وسيساعد هذا البحث على تحسين نماذج التوقعات المناخية.



الأقمار الاصطناعية

حذار من مثلث برمودا![1]

يواجه مصمّمو الأقمار الاصطناعية معظلة كبرى. إذ توجد ثغرة في الدرع المغناطيسي للأرض تسمح بمرور جزيئات كونية تتلف المركبات الفضائية التي تخترقها. إنها ظاهرة فضائية مشابهة لأثر مثلث برمودا... اكتشف العلماء مؤخرًا أن حجمه في ازدياد، وهو ما يحذّر منه فانسان نويريجا[2].

حقـا، ليس لدينا أي مأخـذ على أرضنا العجـوز الطيبـة... فهـي، مبدئيـا، كوكـب صغـير صخـري مثـالي، في بيئـة فضائيـة رهيبـة؛ إنهـا واحة سـلام تقع علـى مسافة معقولـة من الشمس، يحيط بها غلاف جوي سميك، ويلفها درع مغنـاطيسي متين.

ومـع ذلك، فليست الأمـور بهذه الدرجة من الروعة. فقد تنبـه علماء فيزياء الأرض في ستينيـات القـرن العشريـن إلى وجـود ثغـرة في ذلـك الـدرع! إنه خلـل في الغلاف المغناطيسـي لأرضنـا. وهـذه الظاهـرة التي تقـع فـوق البرازيـل، وتفيـض إلى حد كبير علـى المحيط الأطلسـي تتمثـل في انخفاض في الحقـل المغناطيسـي الأرضـي بنسبـة تقارب ٣٠٪.

ألم تشعروا بشيء؟ صبرا... فآخر أنواع المحـاكاة التي قام بها معهـد فيزياء الأرض بباريـس (IPGP) تبـين أن هـذا الشذوذ في الغـلاف المغناطيسي الذي أطلـق عليه اسم «شـذوذ جنـوب المحيـط الأطلسـي» مرشَّح للزيـادة والاتساع خـلال القرن القادم. غير أن هذا الثقب الذي يزداد مع الأيام اتساعا، يفتـح بـاب الغلاف الجـوي العـالي لأعنف الجزيئـات الشمسيـة والكونيـة، القـادرة علـى إتـلاف أساطيـل كاملـة مـن الأقمار الاصطناعية.

وبشكل أوضح، يمكننـا أن نقول إن هذه الثغـرة بمثابـة «مثلـث برمـودا» للمركبـات



>7 منطقة تتزايد فيها الحوادث الفضائية

تشهد الأقمار الاصطناعية التي تَعْبُر فوق جنوب المحيط الأطلسي أعطالا كثيرة: ويبيّن هذا السحابُ من النقاط الحوادث التي وقعت للأقمار الاصطناعية كيتسات-١ وس٨٠ (بالأصفر)، وتوبكس-بوسيدون (بالأحمر). وبلغ الأمر ببعض السفن الفضائية، مثل كوروت سنة ٢٠١٢م، إلى أن توقفت عن العمل نهائيا (انظر الصورة).

NASA - B.BELLANGER - ESA/CNES

الفضائية...

شذوذ مغناطيسي

يستند هذا التوقع المزعج إلى إنجاز علمي حديث العهد. ويصرح جوليان أوبير (Julien Aubert)، الباحث بمعهد فيزياء الأرض بباريس قائلا: "إننا أول من قدّم توقعا حول تطور الحقل المغناطيسي الأرضي في أفق قرن من الزمان. ويعتمد منهجنا على الأدوات المطوَّرة في إطار علم الأرصاد الجوية الكلاسيكي للغلاف الجوي. وذلك لوجود تماثل: إذ أن الحقل المغناطيسي الأرضي متولد من حركات كتل الحديد السائل في صلب النواة الخارجية للأرض، والتي تعمل وفقًا لمبدئ التدرجات الحرارية".

وبدل أن يشتغل الباحثون على تدفق الهواء الذي يتنقل بسرعة تتراوح بين ٥٠ و٧٠ كيلومتر في الساعة، فإنهم يستخدمون نفس المنطق العلمي لدراسة سائل يتقدم بسرعة ١٥ كيلومتر في السنة، وهو ما يسمح لهم بتصور ما سيحدث على المدى البعيد. فتوصلوا إلى نتيجة مفادها أن هذا الشذوذ المغناطيسي سيمتدّ من الآن وحتى سنة ٢١١٥م إلى ٣٠٠٠ كيلومتر في اتجاه المحيط الهادي، وسيزداد الحقل اتساعا بمرور الوقت، فاقدًا على الأقل ١٠٪ من كثافته.

ويعلق كريستوفر فينلاي (Christopher Finlay)، المتخصص في المغناطيسية الأرضية بجامعة الدانمارك التقنية، قائلا: "إن هذه النتائج مثيرة للاهتمام. فإلى حد الآن، لم تكن لدينا أي فكرة عن تطور هذا الشذوذ وامتداده في الزمان". وبحسب أنجيلو سانتيس (Angelo Santis)، من المعهد الوطني الإيطالي لفيزياء الأرض، فإن "البيانات الأثرية والنماذج توحي بأن هذه الظاهرة تشكلت منذ ما يقرب من أربعة قرون". ولكن الأسباب الفيزيائية لهذا التلف المحلي للحقل المغناطيسي لم تُعرَف بعد على الوجه المطلوب. ويعتقد كريستوفر فينلاي أن "هذا يبدو مرتبطا بوجود تدفق في الاتجاه المعاكس على سطح النواة، فوق جنوب المحيط الأطلسي. ويثير مصدر هذا التدفق عددًا من الدراسات والنقاشات".

ومهما يكن من أمر، فإن "بنية التيار تلك، كما يرى جوليان أوبير، يمكن أن تتواصل، كما لو أنها مركز ضغط جوي ←

مراجع

تُستخدَم عبارة «مثلث برمودا» للدلالة على المنطقة الواقعة بين ميامي، وبورتو ريكو، وجزر برمودا، حيث لوحظ، منذ القرن التاسع عشر، فقدان حوالي أربعين سفينة وأربعين طائرة. وهي منطقة من بنات الخيال أكثر مما هي تجسيم لخلل واقعي، تسودها كثافة عالية لأعاصير عاتية وظواهر جيولوجية أخرى.

← مرتفع يظل محجوزًا فوق منطقة يطرد منها كل السحب". ويثير هذا الشذوذ المغناطيسي تخيلات كثيرة لدى بعض المُلهَمين الذين يميلون إلى أن يروا فيها علامة على نهاية العالم. كما شجعت هذه الظاهرة على قيام أعمال بحث غير مقبولة حول العلاقة بين الحقل المغناطيسي وارتفاع مستوى البحر، والاحتباس الحراري، وسقوط بعض الحضارات القديمة.

مدار ذو حركة مكثفة

يتساءل علماء فيزياء الأرض الموثوقون عن فرضية شذوذ ينبئ عن انقلاب كبير في القطبين المغناطيسيين خلال آلاف السنوات القادمة.

ولكن الملاحظ في الوقت الراهن خاصة، أن لذلك الشذوذ آثارًا ملموسة جدًا يمكن التحقق منها. ويذكر مايكل اكسابسوس (Michael Xapsos)، المتخصص في الإشعاعات بوكالة ناسا الفضائية أن "ذلك الشذوذ يشكل شاغلا دائما لمصممي الأقمار الاصطناعية ومالكيها". لأن ذلك الضعف في الدرع المغناطيسي يسمح لجزيئات نشيطة جدًا بالدخول في المدار المنخفض: وهي منطقة قيّمة جدًا، توجد على ارتفاع أقل من ٢٠٠٠ كيلومتر، تتحرك فيها المحطة الفضائية العالمية، والقسم الأكبر من الأقمار الاصطناعية لمراقبة الأرض، والسفن الفضائية المخصصة للاتصالات، وبعض أقمار الأرصاد الجوية، وأساطيل تؤمّن مصالح الاتصالات الهاتفية الخلوية، وعدد من الأقمار الاصطناعية الصغيرة التي لا يفتأ الهواة يرسلون منها المزيد.

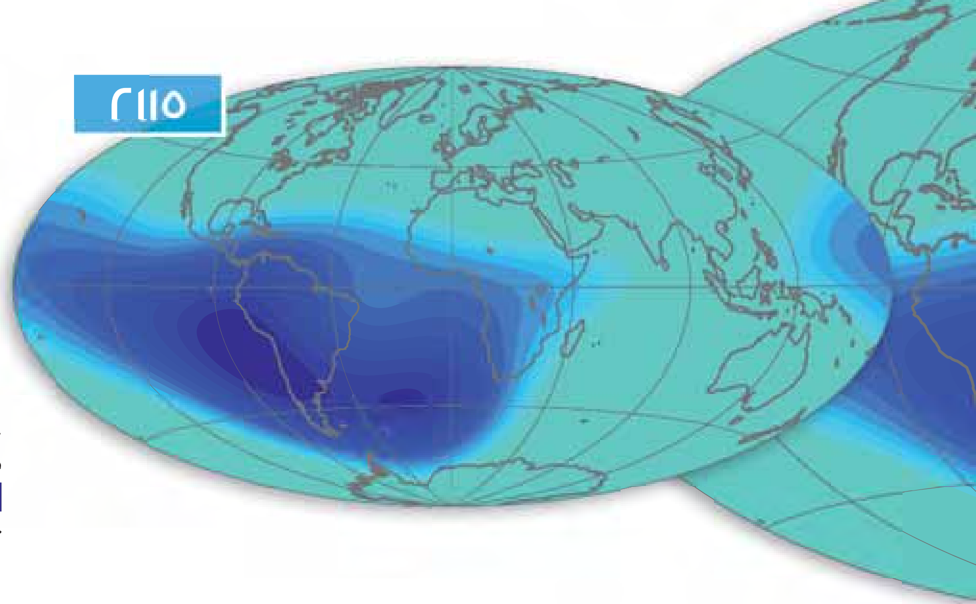
وهذا القصف العنيف للبروتونات يتسبب في جميع أنواع التخريب، لأنه يصيب الدوائر الإلكترونية، ونظم التوجيه، واللاقطات البصرية. وتؤدي تلك الجزيئات إلى تعديل الترتيب الإلكتروني للمكونات، مما يشغّل بعض أجهزة التحكم دون قصد، أو يُحدث ارتفاعات في الضغط تتراوح آثارها بين مجرد علامة التشويش، إلى فقدان التحكم في الجهاز، مرورًا بالعطل الذي يستوجب إعادة تشغيل بطيئة للحاسب المركزي (انظر الخارطة). وعلى هذا النحو، فإن القمر الاصطناعي توبكس – بوسيدون سجل، خلال ست سنوات من الطيران، ٢٨٢ حادثًا تقنيًا في منطقة الشذوذ المغناطيسي (انظر الخارطة في الصفحات السابقة).

وكما أن الأقطاب مناطق قلما يقلّ ارتيادها في حال وقوع انفجار شمسي، فإن اختراق ذلك الشذوذ، كما يقول مايكل اكسابسوس: "يمكن أن يتسبب في مشاكل تقنية، حتى في غياب الزوابع الفضائية". ولا تخفّ حدّةُ المشاكل إلا في المناطق الأكثر انخفاضًا، حين يتكثف الغطاء الجوي ويقوم بدور الحاجز. أما طيارو الخطوط الجوية فلا تخيفهم فكرة اختراق «مثلث برمودا» هذا. يقول فرانك فلورنس (Franck Flourens)، المتخصص في النظم الكهربائية بشركة إيرباص بثقة: "إن المحيط الإشعاعي في هذه المناطق أشد سوءا منه في خطوط عرض أخرى، ولكن الآثار الناجمة عن الجزيئات الموجودة في تلك المواضع أُخذَتْ في الاعتبار عند تصميم حاسبات الطائرة. فحتى لو أن تلك الجزيئات أَلحَقَتْ ضررًا بجاهزية أحد العدادات، فإن كل الاحتياطات اتُّخذت لمنع حصول ما يمسّ بسلامة الرحلةَ". وعلى الأرض، لا ينطوي الأمر على أي خطورة.

أما في الجو، فالشأن مختلف. لكن واضحين: فالعلماء مستاؤون بالفعل من هذه المنطقة. ويذكر هوج كابدوفيل (Hugues Capdeville)، المهندس في شركة جمع المعلومات لتحديد مواقع الأقمار الاصطناعية (CLS) التابعة لوكالة الفضاء

هل هي علامة على قرب انقلاب في القطبين؟

يستوقفنا هذا الرقم: منذ أجريت القياسات الأولى سنة ١٨٤٠م، فَقَدَ ثنائيُّ القطب المغناطيسي للأرض ما يقرب من ١٠٪ من كثافته... وبحسب الدراسات الأخيرة، يرجح أن مردّ هذا الضعف هو الاضطراب الذي تسبَّبَ فيه شذوذُ جنوب المحيط الأطلسي. فهل من شأن هذا أن يؤدي إلى انقلاب القطب الشمالي باتجاه القطب الجنوبي؟ يجيب جوليان أوبير (من معهد فيزياء الأرض) قائلا: "ينبغي أن يتواصل الشذوذ ألفي سنة حتى نصل إلى حقل محايد، والحال أننا لا نستطيع أن نتوقَّع تحوُّلَ الحقل المغناطيسي لفترة تزيد عن القرن". ويرى أنجيلو سانتيس، العالم في فيزياء الأرض أن "بعض أنواع المحاكاة الرقمية تكشف عن ظهور حالات الشذوذ قبل حدوث تغيّر في القطبية، ولكنّ بعض تلك الحالات يمكن أن تنشأ أيضًا دون أن تؤدي إلى انقلاب في القطبين: ولذلك فإن هذه الظاهرة تبدو شرطًا ضروريًا وغير كاف".



من الآن وحتى سنة ٢١١٥ سيتمدد «المثلث» في اتجاه الغرب

يمثل الحقل المغناطيسي الأرضي كثافة تقل بنسبة ٣٠٪ فوق جنوب المحيط الأطلسي. وقد كشفت بعض أنواع المحاكاة التي أنجزت مؤخرًا أن ذلك النقص سيتضاعف خلال القرن القادم، ويمتدّ على آلاف الكيلومترات فوق المحيط الهادي.

كثافة الحقل المغناطيسي بالنانو تيسلا (nT)

٢٠,٠٠٠ — > من ٤٠,٠٠٠

الفرنسية أن: "قمـر الاستشعـار عـن بُعـد المسمَّـى جـازون، المكلَّف بالمراقبـة الدقيقة لمستـوى المحيطـات، سجّـل في كل رحلة من رحلاتـه أن إجراءاتـه قـد لحقتهـا أضرار جسيمـة". ومن جهـة أخرى، فـإن لاقطات التصويـر في المناظيـر الفضائيـة تكـون بانتظام عرضة للتلف بسبب البروتونات.

حالات اختفاء غامضة

هـل هو مجـرد استعراض؟ كلا. لسوء الحظ. فقد تبين أن تصفيح المَرْكبات لم يكن مجديًا تمامًا إزاء تلك الجزيئات التي تملك قوة مذهلة على اختراق الأجسام؛ ومن جهة أخـرى، فـإن كل جـرام يضاف،تترتّب عليه كلفة زائـدة في إرسال المركبـة إلى مدارها. ولا يحظـى بالحمايـة القصـوى إلا طيـارو محطـة الفضـاء الدوليـة (ISS)، ومع ذلك فإنهـم يؤكـدون ظهـور أعطـال أو ومضات ضوئية في حقل رؤيتهم فوق البرازيل.

إن كل مـن يمـرّ بتلك المنطقـة المعادية، يغامر بحياتـه. إلى درجة أن مشغّلي المنظار الشهيـر «هابـل» (Hubble) فضّلـوا إيقاف أجهزتهـم كلمـا مـروا بتلـك المنطقـة – أي حـوالي سـت مـرات في اليـوم. وهـذا حـل حكيـم، وإن لم يكـن الحلَّ الأمثـل. وفي هذا الصـدد، يقول ريـكاردو كامبانا (Riccardo Campana)، مـن معهـد الفيزيـاء الفلكيـة بمدينة بولونيا (إيطاليا): "إن هذا الإجراء يُخفّض كثيرًا من أوقات المراقبة، لأن متابعة تلـك الظاهـرة تتطلب حـوالي خمس عشرة دقيقـة في كل دورة تـدوم ساعـة ونصفـا، وعلـى كل حـال، فـإن القصـف البروتـوني يجعل كل مكونات القمر الاصطناعي مشعة، مما يترتب عليه تشويش عمل اللاقطات".

وتضيــف آني باجلــين (Annie Baglin)، عالمة الفلـك في مرصـد باريـس، والمسؤولة عـن هذه المهمة البحثية عـن الكواكب خارج المجموعـة الشمسيـة قائلـة: "بالنسبـة إلى القمر الاصطناعي كـورو، اتخذنا قرارا بأن نغامـر، وألا نترك أي جهـاز في وضع إيقاف التشغيـل المؤقـت، وإن أدّى ذلـك إلى حذف البيانات ذات النوعية الرديئة".

ولكـن هذا التبجح لم يمـرّ بسلام: ففي يـوم ٢ نوفمـبر سنـة ٢٠١٢م، فَقَـدَ علمـاءُ الفلك الاتصال نهائيًا مع القمر الاصطناعي كورو، الــذي يُعتقد أنـه كان ضحية بروتون، قـد يكـون أصابه خـلال مـروره في منطقة الشذوذ جنوبي المحيـط الأطلسي. ويبدو أن هذا القمـر ليس الضحية الوحيـدة لـ«مثلث برمـودا» الــذي لا يكـفّ عـن الاتسـاع، فقد سبـق أن فُقـدَ بطريقـة غريبـة عـدد كبير مـن الأقمـار الاصطناعيـة التابعـة لشبكـة الاتصالات جلوباستـار. إضافة إلى كل تلك الحـوادث التي كان يمكن أن تؤدي إلى نتائج وخيمـة، مـن قبيل العطـل المعلوماتـي الذي أصـاب سفينـة الشحـن الفضائيـة كارجو عنـد اقترابها من محطة الفضاء الدولية في أكتوبر ٢٠١٢م.

يحســن بنــا ألا نستهين بهـذه القضية، في الوقـت الــذي "تشهـد فيه هـذه المنطقة الإشكاليـةُ بالنسبة إلى الأقمار الاصطناعية ازديـادًا في الاتسـاع والكثافـة"، كمـا يقول جوليان أوبيـر. وقد شرع العلمـاء في القيام بأبحـاث لمعرفة حـدود هذا الشـذوذ بشكل أفضـل، واقـتراح مسـارات مداريـة أقـل خطـورة. وفي هـذا السيـاق، أرسلـت وكالة ناسا الفضائية، منذ أربع سنوات، مِسبارَيْن لاكتشـاف المحيـط الإشعاعـي للأرض. كما ينكبّ المهندسون على إيجاد الوسائل الكفيلة بتحسين التعـرف على الأخطـاء المعلوماتية الناتجـة عن ذلك القصـف، وإيجاد الحلول الأفضل لتلافيها.

> في هذه المنطقة المعادية، يذكر رواد الفضاء أنهم شاهدوا ومضات ضوئية غريبة

والحقيقـة، أننا لا نريد أن نـرى مزيدًا مـن المَرْكبـات الفضائية المُكْلِفَـة تتحطم في مدارهـا. ولا أحد بإمكانه اليوم أن يقبل بأن يضيع قسم من الكون، ومن باب أولى وأحرى كوكـب الأرض... أيا كانـت العيوب الطفيفة التي ينطوي عليها.

(١) SATELLITES GARE AU TRIANGLE DES BERMUDES!, Science & Vie 1184, P 66-69

(٢) Vincent Nouyrigat

JULIEN AUBERT, INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS/CNRS

* للاستزادة

انظر: حساب تطور الحقل المغناطيسي في القرن الحادي والعشرين. الرابط المباشر على الموقع

science-et-vie.com

سقوط نيزك

أول حادث وفاة![1]

إنها أول مرة يحدث فيها هذا! في الهند، يبدو أن رَجُلاً لقي مصرعه بحجر نيزكي. هل هو مجرد حادث عادي؟ ومع ذلك فإن الأمر أُخِذَ مأخذ الجد بشكل متزايد. وإزاء هذا التهديد المتراوح بين الخرافة والكارثة، حاول فانسون نويريجا[2] أن يتمالك أعصابه، وأعد هذا المقال.

الاسم: كاماراج (Kamaraj). المهنة: سائق حافلة. تاريخ الوفاة: السبت ٦ فبراير ٢٠١٦م. مكان الوفاة: ولاية تاميل نادو (جنوبي الهند). سبب الوفاة المحتمل: سقوط حجر نيزكي.

تصوروا الصدمة التي تسببت بها صخرة تزن كيلوجراما تقريبا تسقط بسرعة تفوق ٢٠٠كلم في الساعة...

طافت قصة هذا الهندي الذي لقي حتفه بحجر نيزكي أرجاء العالم، مثيرة بعض الشكوك – ولكن المسألة ما زالت قيد البحث. إن هذا الموت غير المتوقع، وغير المعقول الذي وقع بسبب جسم فضائي دخيل، ربما حدث للمرة الأولى في التاريخ. فمنذ بداية القرن العشرين، تضررت آلاف البنايات والسيارات بسبب حُصَيَّات فضائية، وبلغ الأمر ببعض سيئي الحظ إلى أن أصيبوا بجروح طفيفة... ولكن لم تقتل أحدًا إلى حدّ اليوم.

وحين نتابع قنوات الأخبار المستمرة، تصادفنا مناسبات كثيرة تقشعر منها أبداننا. على غرار ذلك المطر من الأحجار النيزكية الذي هطل على مدينة جرونوبل في ١٧ فبراير ٢٠١٦م. أو مرور كتلة يبلغ قطرها ٣٠ مترا على مقربة من الأرض (النيزك 2013 TX68) يوم ٥ مارس ٢٠١٦م. وبوسعنا تماما أن نتصور الفضاء الذي توجد فيه الكواكب كما لو أنه ساحة، ينطلق فيها بسرعة تفوق ٧٠,٠٠٠ كيلومتر في الساعة عددٌ هائل من النيازك جاهزة لاعتراض سبيلنا: وكأنها جيش من القتلة.

إن السماء حينئذ يمكن أن تُطبِق على رؤوسنا!

ولكن، بكل صراحة، من منّا يرتجف في الصباح عند تناول الإفطار خوفا من أن يصيبه في رأسه حطام قادم من الفضاء؟ لا أحد تقريبا. وفي هذا الصدد يقول مارك بوسلوج (Mark Boslough) المتخصص في فيزياء الصدمات الكوكبية، في مختبرات سانديا (الولايات المتحدة الأمريكية): "بناء على حساباتي، إن خطر الإصابة المباشرة بحجر نيزكي لا يتجاوز شخصًا واحدًا في العالم كل عشر سنوات، أي باحتمال سنوي للشخص لا يزيد على ١ من ١٠٠ مليار". ←



D.R. - AFP - NDTV - NATIONAL COLLEGE TRICHY - M.KONTENTE



الحادث اليومي الذي لا يصدّق

السادس من شهر فبراير ٢٠١٦م، بجامعة ناترامبالي، جنوبي الهند. كانت الساعة تشير إلى الثانية عشرة والنصف حين سُمع دوي انفجار عنيف على مقربة من موقف حافلات. تطاير زجاج النوافذ شظايا... ولقي السائق الذي يبلغ من العمر أربعين عاما حتفه، وجرح ثلاثة أشخاص. يقول شهود العيان إنهم شاهدوا خيطا من الدخان الأبيض في السماء، في حين ظهرت حفرة على سطح الأرض. وقد عثر المحققون في المكان على قطع كثيرة من حجر مغناطيسي تدل علامات كثيرة على أنه جاء من الغلاف الجوي. ورغم الشكوك الكبيرة التي عبرت عنها وكالة ناسا، فإن عددا من العلماء الهنود يؤكدون الفرضية الجنونية القائلة بأن حجرا نيزكيا تسبب في وفاة إنسان.

وابل من القنابل ينهال على الأرض دون توقف

يتعرض كوكبنا بصورة منتظمة للإصابة بنيازك يتجاوز قطرها مترًا واحدًا: وتكشف هذه الخارطة المستمدة من بيانات الجيش الأمريكي، عن أكثر من ٥٥٦ حادثا من هذا النوع بين سنتي ١٩٩٤م و٢٠١٣م – وأشد تلك الحوادث تفجرًا (تشيليابينسك) وقع في سماء جبال أورال في شهر فبراير ٢٠١٣م (وأدى إلى جرح ١٢٠٠ شخص). وإزاء هذا القصف، فإن غطاءنا الجوي السميك يقوم بدور الحماية.



مقذوفات فضائية

تنطلق هذه الأجرام التي تتركب من الصخر والمعدن والثلج، بسرعة تفوق ٧٠,٠٠٠ كيلومتر في الساعة؛ وأشدها خطرا على الأرض هي تلك التي يمكن أن تعترض مسارها: وهي التي يتقاطع مدارها مع مدار الأرض.

← يسقط يوميًا ٤٠ طنا من النيازك في الغلاف الجوي، جلها في شكل غبار ومادة غير مؤذية. والقسم الأكبر من تلك الشظايا يتلف قبل أن يصل إلى الأرض، أما البقية فثمة احتمال كبير لسقوطها في مكان غير مأهول: فالمحيطات تمثل ٧١٪ من مساحة الأرض، دون اعتبار الصحاري، والغابات الممتدة الأطراف، وغيرها.

١١٦٨ قتيلاً في كل سنة في المتوسط

احتمال ١ من ١٠٠ مليار. إن هذا الاحتمال ضئيل جدًا إلى حد أنه يتعذر علينا أن نقارنه بأي خطر معروف، من قبيل صدمة الصاعقة، أو هجوم القرش، أو الحادث النووي، أو انهيار أحد السدود... ويبدو أن مصرع كاماراج ينبغي أن يصنَّف في نفس الخانة التي يصنَّف فيها مصرع شخص آخر يدعى آخيل (Eschyle)، الذي قُتل بسبب سقوط سلحفاة أطلقها من الجو أحد الطيور الجارحة.

هل هو موت سخيف، أو مجازفة مضحكة، أو تهديد وهمي؟ نعم ولا. إذ يوجد رقم يوضح بطريقة أخرى هذا الخطر القادم من الفضاء: فرغم أننا انتظرنا شهر فبراير ٢٠١٦م لنشهد أول حالة وفاة، فإن سقوط النيازك على الأرض يتسبب كل سنة في أكثر من ١٠٠٠ وفاة في المتوسط – وعلى وجه الدقة فالعدد هو ١١٦٨ بحسب آخر التقديرات.

بماذا نفسر هذه المفارقة؟ الأمر بسيط. فأكبر الأجسام التي تأتينا من الفضاء يناهز قطرها ١٠ كيلومتر، وبالتالي فهي قادرة على القضاء على القسم الأكبر من البشر دون أن يُشترَط أن تسقط عليهم مباشرةً. وهذا المصير عرفته الديناصورات منذ ٦٥ مليون سنة...

ويقدم آلان هاريس (Allan Harris)، من معهد علم الكواكب ببرلين إحصاء يقول فيه: "إن هذا النوع من النيازك يسقط كل ١٠٠ مليون سنة، وهو، بالنسبة إلى عدد سكان الأرض الجملي البالغ ٧ مليارات نسمة، لا يمثل إلا ٧٠ وفاة في السنة، أو ٧٠ مليون ضحية في كل مليون سنة".

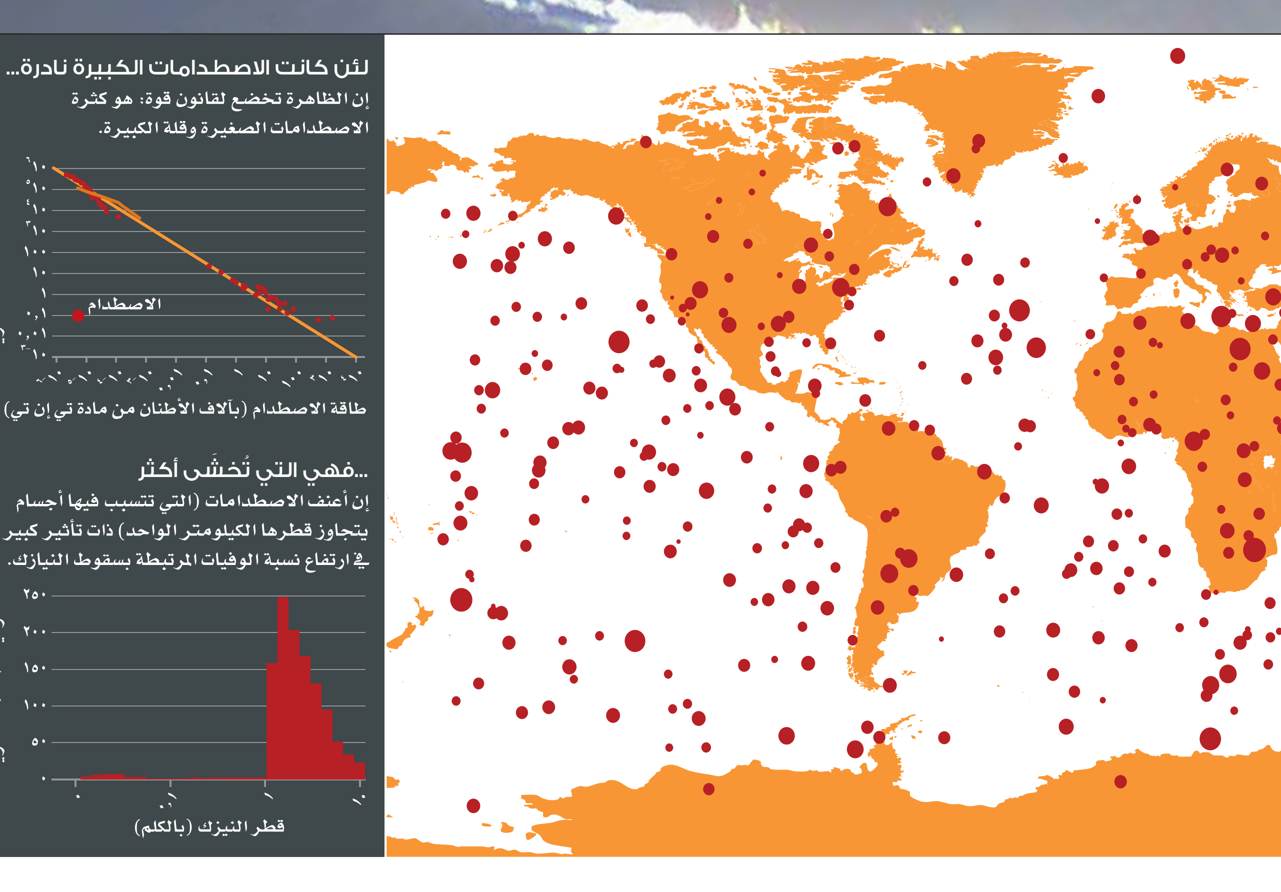
أضف إلى ذلك ارتطامات الأرض المتكررة بأحجار نيزكية يبلغ قطرها كيلومترا أو بضع مئات من الأمتار، وهي كما يقول دافيد بانسولان (David Bancelin)، الباحث في معهد الميكانيكا السماوية وحساب التقويم: "قادرة على تدمير بلدان بحجم فرنسا أو اليابان، أو مساحات حضرية كبرى مثل لندن أو موسكو". والنتيجة أن آلان هاريس يحصي حوالي ١٢٠٠ وفاة سنويا إذا أخذنا في الاعتبار مختلف الأحجار النيزكية التي يتقاطع مدارها مع مدار الأرض. وهي وفيات كلها افتراضية – ما عدا وفاة واحدة حقيقية، هي تلك التي حدثت في الهند هذه السنة.

لا شك في أنه من العسير أن تثير فينا هذه الأرقام شعورًا بالانفعال في وقت تَقتُل فيه العواصف والفيضانات فعلا ٣٠,٠٠٠ شخص سنويا في العالم... فالتهديد النيزكي لا يعتمد إلا على احتمالات ممكنة؛ أما المخاطر الطبيعية الأخرى فتقوم على إحصائيات ملموسة. ولكن اصطدامًا واحدًا يكفي لإحداث أسوأ ما يُتصوَّر من الكوارث.

ولذلك فإن عدة جهات تعير هذه القضية أهمية كبرى. في هذا السياق فتحت وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) في شهر يناير ٢٠١٦م مكتب اتصال من أجل «الدفاع عن كوكب الأرض». وقد تضاعفت الميزانية المرصودة لكشف الأجسام الفضائية التي يمكن أن تشكّل تهديدًا للأرض ومتابعتها إلى اثنتي عشرة مرة منذ سنة ٢٠١٠م. أما منظمة الأمم المتحدة فإنها كلفت فريق عمل بدراسة آليات اتخاذ قرارات في حال وجود خطر اصطدام بالأرض.

حسابات متذبذبة

يقع التهديد النيزكي بين الظاهرة العادية والكارثة؛ بين اللامبالاة العابرة والقلق من الوجود، بين الحذر البسيط والذعر الذي ينتشر بسرعة على شبكة الإنترنت أو في أوساط مروِّجي الإشاعات المفزعة، مثل مؤسسة بي٦١٢ (B612).



علينا أن نذكّر بأن الكشف المسبق عن تلك الصخور التائهة في الفضاء هو تحدّ مستمر. ويؤكد جيريمي فوبايون (Jérémie Vaubaillon) من مرصد باريس (فرنسا) أننا "لا نستطيع أن نكشف إلا عن الأجسام الأكثر ضخامة والأشد بطئا، وحتى في هذه الحالة فإننا نحتاج إلى توفير أفضل الظروف الملائمة لعملية الرصد". ويضيف جيري بوروفيسكا (Jiri Borovicka)، المتخصص في الأحجار النيزكية في الاتحاد الفلكي الدولي أن: "المناظير الفلكية الأرضية لا تستطيع أن تطّلع إلا على ٦٠٪ من السماء، لأن الجزء المتبقي مغمور بنور الشمس".

وزيادة في الغموض، فإن حسابات احتمال اصطدام جسم فضائي بالأرض -وهي حسابات ممتدة على مدى يفوق القرن- تكون متذبذبة أحيانا. لا بل إنها مفزعة، وحسبنا أن نذكر النيزك أبوفيس (Apophis) الذي يبلغ عرضه ٣٢٥مترًا، والذي كان يشير في شهر ديسمبر ٢٠٠٤م إلى احتمال ١ من ٣٧ للاصطدام بالأرض يوم ١٣ أبريل ٢٠٢٩م. ويبين تيموتي سبار (Timothy Spahr)، المدير السابق لمركز الكواكب الصغيرة المكلف بالقيام بهذه الحسابات الرسمية أن "المعرفة الدقيقة لمدار أحد الأجسام الفضائية تحتاج إلى وقت طويل من الملاحظة. فحين نكتشف حجرًا نيزكيًا يتقاطع مداره مع مدار الأرض، فإن ذلك الحجر يوجد على جزء يسير من مداره البيضوي، ولذلك فإن حساباتنا لرصد مساره لا تكون يقينية إلى حد بعيد". ←

سوابق مريبة

يقول عالم الفلك آلان هاريس: "إن اتهام نيزك بقتل شخص، يذكّرنا أحيانا بالعذر التقليدي للطالب: إن الكلب التهم واجباتي المدرسية". وفعلا، فإن الشهادات التاريخية قلما تقنعنا أو يصعب علينا أن نتأكد منها، على غرار الحكايات الصينية التي تدّعي أن نيزكا قتل الأمبراطور جون، الذي حكم من سنة ٢٦٩٧ إلى سنة ٢٥٩٧ قبل الميلاد. وتذكر المجلة الفصلية الدولية المعنية بالمذنّبات (International Comet Quaterly) حالات ممكنة أقرب منا عهدا، منها: مصرع هندي يوم ١٦ يناير ١٨٢٥م، ومقتل طفل صيني في ٣٠ أبريل ١٨٧٩م (ببلدة «دان-لو-بوبلييه» بمقاطعة «إيندر» الفرنسية)، ووفاة شخص يوم زواجه في يوغسلافيا في ٨ ديسمبر ١٩٢٩م. وحتى الحيوانات فإنها لم تسلم، على غرار تلك البقرة التي قتلت في البرازيل سنة ١٨٣٦م، أو ذلك الكلب الذي تمزق إربا على الأرض المصرية سنة ١٩١١م.

← توقع الاصطدامات

إلى حد الآن ركزت وكالة ناسا جهودها على أبرز الأحجار النيزكية التي تتقاطع مداراتها مع مدار الأرض، ويحتمل أن تُلحق أضرارا بكوكب الأرض عامة أو بإحدى القارات على وجه الخصوص. ويذكر دونالد يومانس (Donald Yeomans) المسؤول عن برنامج متابعة تلك الأحجار النيزكية بوكالة ناسا بنبرة فخر: "لقد حددنا أكثر من ٩٠٪ من الأجسام المنتمية إلى مجموعة أكبر الأحجار النيزكية، تلك التي يتجاوز قطرها ١ كيلومتر. وتبين لنا أن لا أحد منها يمثل خطرا على الأرض".

أما بالنسبة إلى الأحجار النيزكية التي يتراوح قطرها بين ١٤٠مترا و١ كيلومتر فإن حصيلة الأبحاث ما تزال دون المأمول: إذ لم يحدد الباحثون إلا ربعها. ولتعويض هذا النقص الذي يبعث على الإحراج، شرع الباحثون في إنشاء منظار فلكي أرضي في تشيلي، وهم يدرسون الآن إمكانية إرسال قمر اصطناعي للغرض (انظر الصورة المقابلة).

والهدف الذي يسعون إلى تحقيقه هو رصد كل الكواكب التي تمثل تهديدًا للأرض، قبل سنوات كثيرة أو حتى عقود عديدة على اصطدامها المحتمل بها. ولدونالد يومانس عبارة طالما رددها على مسمع من الفرق البحثية التي يشرف عليها، هي: "لنعثرْ عليها قبل أن تعثر علينا!".

وتقدِّر وكالة ناسا أن احتمال التصادم بين الأرض وأحد النيازك التي تم التعرف عليها لا يتجاوز ٠,٠١٪ بالنسبة إلى القرن القادم. وهذا الخطر المتوقع ما انفكت إمكانية حدوثه تتضاءل: لأن الباحثين يعملون اليوم على إيجاد حلول لجعل تلك المقذوفات النارية تحيد عن مسارها (اقرأ المؤطر في الصفحة المقابلة).

وبطبيعة الحال، فإن هذه الجهود لا تلغي خطر اختفاء أحد تلك الوحوش التائهة عن شاشة الرادار. وعلى سبيل المثال، ففي شهر نوفمبر ٢٠١٣م اكتشفت وكالة الفضاء الأمريكية جسمين ضخمين يتجاوز عرضهما ٢٠كلم يتحركان في مسار غير متوقع – وغير ضار لحسن الحظّ. في حين أن نجما مذنَّبا يستطيع في كل حين أن يهوي على الأرض من أعماق النظام الشمسي...

غير أن هذه المخاطر طفيفة إلى حد بعيد. ويشير تيموتي سبار إلى ذلك قائلا: "إذا وثقنا بالإحصائيات الصرفة، فإن وقوع اصطدام قوي أمر قليل الاحتمال حقا. ويتعين علينا مستقبلا أن نهتم بالعلامات الأكثر ضعفا في الفضاء حتى نستعد لصدمات العقود القادمة ونحاول تجنبها".

وفعلا، فإن التهديد الأقوى يأتي من الأجسام التي يتراوح قطرها بين ٢٠ و٤٠ مترا لا أكثر. والمقصود بهذا مجموعة من النيازك غير المعروفة جيدا، ولكنها قادرة على أن تتسبب في خسائر أكبر مما كنا نتصور إلى حد اليوم. لقد أقلق العلماءَ نيزكُ تشيليابينسك (الذي بلغ قطره ١٩مترا)، وقد تسبب سقوطه في جبال الأورال الروسية يوم ١٥ فبراير ٢٠١٣م في إصابة ١٢٠٠ شخص بجروح، وألحق أضرارا بحوالي ٧٠٠٠ مبنى ومعمل.



ويؤكد بيتر ينيسكنس (Peter Jenniskens)، وهو باحث أحجار نيزكية استقطبته وكالة ناسا، شارك في لجنة التحقيق على عين المكان أن: "هذا الحادث أثبت أن الأجسام التي لا يتجاوز قطرها ٢٠مترا يمكن أن تكون خطيرة: فقد كانت الصدمة على درجة من القوة بحيث إنها قذفت أشخاصا في الهواء، وحطمت زجاج النوافذ وإطاراتها... ولحسن الحظ أنها لم تتسبب في وفاة أحد".

ويجيب مارك بوسلوج بقسوة: "علينا ألا نعتمد على الحظ مستقبلا"، ويوضح رأيه قائلا: "إن الخطر الذي تمثله نيازك من هذا الحجم لا يأتي من اصطدامها بالأرض، بل من انفجارها في الغلاف الجوي، مما يتسبب في موجة شبيهة جدا بالموجة التي تحدث عند وقوع انفجار نووي".



مارك بوسلوج
MARK BOSLOUGH

المتخصص في فيزياء الصدمات الكوكبية، في مختبرات سانديا (الولايات المتحدة الأمريكية)

لقد أصبح واضحًا أكثر فأكثر أن الكتل التي يبلغ عرضها ٣٠ مترًا تمثل خطرًا جسيمًا على الأرض

أقوى من قنبلة هيروشيما بين ٣٠ و٦٠ مرة

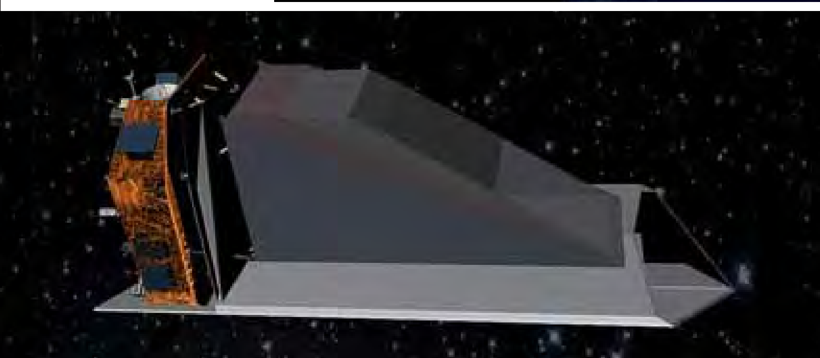
لقد تناثرت شظايا نيزك تشيليابينسك على ارتفاع يقدر بـ٢٠ كيلومتر من سطح

T.NAESER/OGS/ESA - PAN-STARRS - NASA/JPL/CALTECH - D.R.

المطاردة تزداد حدة



>V استطاعت ثلاثة مناظير فلكية نُصبت في القارة الأمريكية وفي هاواي (انظر الصورة المقابلة) أن ترصد ١٤,٠٠٠ حجر نيزكي يتقاطع مدارها مع مدار الأرض. وتلك الأحجار النيزكية كلها تخضع لمتابعة لصيقة. وستكتسي هذه المطاردة بعدًا جديدًا بإقامة منظار جديد في تشيلي (أطلق عليه اسم إل إس إس تي «LSST»)، وإرسال القمر الاصطناعي نيوكام (Neocam) (انظر الصورة أدناه)، في حدود سنة ٢٠٢١م، وسيوضع في مداره بين الأرض والشمس.



الأرض. إن مرور هذه المقذوفة التي تزن ١٠,٠٠٠طن والمنطلقة بسرعة ١٩ كيلومتر في الثانية حرَّر طاقة تعادل ٥٠٠,٠٠٠طن من مادة تي إن تي المتفجرة (ثالث نترات التولوين). وهو ما يعادل تأثير قنبلة هيروشيما النووية بـ ٣٠ مرة.

إنها حالة مؤلمة، ولكن هل هي معزولة؟ قد لا تكون كذلك. فحين اطلع الباحثون على سجلات نظم الاستشعار العسكرية، عثروا على ظاهرة أخرى بالغة العنف وقعت يوم ٣ أغسطس ١٩٦٣م على مقربة من جزيرة ماريون، في المحيط الهندي، وهي انفجار يعادل مليون طن من مادة تي إن تي.

ويذكر مارك بوسلوج أن "تقديراتنا الأخيرة ساعدتنا على إعادة تقييم خطر التصادم بين الأرض ونيزك من هذا النوع. فإلى حد الآن، كنا نعتقد أن هذا النمط من المقذوفات تتصادم في الغلاف الجوي مرة في كل قرن؛ ولكن تبين أنها تتصادم كل ٣٥ سنة. ومن هنا يبدو أن الأمر يزداد وضوحا في الدلالة على أن هذه الأجسام تمثل خطرا كبيرا على الأرض. والنيزك القادم الذي سيتسبب في جرح أشخاص أو قتلهم سيكون على الأرجح من هذه الفئة من النيازك التي يبلغ قطرها ٣٠مترا.

المشكلة أن صغر حجم هذه القنابل الفضائية يجعل من الصعب كشفها – لأنها ترسل ضوءا خافتا جدا. ويُقرُّ دونالد يومانس بأن الباحثين "لم يرصدوا إلا ٢٢٥٠ نيزكا يقل قطرها عن ٣٠مترا، من مجموعة النيازك التي تبلغ الملايين".

وعلى الرغم من أن تلك الأجسام ليست موجهة إلينا قصدا، فإن الإحصائية تبعث على الهلع. ويبدو أن القيام بمسح شامل للنيازك في الوقت الراهن أمر مستحيل. وإن كان ذلك يجعلنا لا نكتشف تلك الأجسام إلا بعد فوات الأوان... ولقد كان مارك بوسلوج على حق في قوله: "إذا أردنا أن نتلافى كارثة قادمة، يجب علينا أن نكون قادرين على رصد تلك النيازك في حركتها ←

النيازك التي يذكرها التاريخ

منذ ٦٥ مليون سنة

أدى سقوط النيزك شيكسولوب (Chicxulub) (بالمكسيك) الذي يتراوح عرضه بين ١٠ و٢٠ كلم إلى اندثار الديناصورات.

٣٠ يونيو ١٩٠٨م

قضى النيزك تونجوسكا (Toungouska) (الذي يبلغ عرضه ٤٠ مترا) على ١٠٠٠ كلم² من الغابات في سيبيريا.

ديسمبر ٢٠٠٤م

قدرت وكالة ناسا بـ١ من ٣٧ احتمالاً أن يصطدم أبوفيس (Apophis) وهو نيزك يبلغ عرضه ٣٢٥ مترا، بالأرض في ١٣ أبريل ٢٠٢٩م، ثم جاء لاحقا تكذيب لهذا الخبر.

١٥ فبراير ٢٠١٣م

نيزك تشيليابيلسك، الذي يبلغ عرضه ١٩ مترا، يسقط في منطقة الأورال، ويصيب أكثر من ١٢٠٠ شخصًا بجراح، ويتسبب في أضرار جسيمة.

← الأخيرة، أي في قفزتها القاتلة". ويفيد دونالد يومانس بأن "وكالة ناسا أقامت منذ فترة وجيزة جهاز إنذار متطور، أطلقت عليه اسم «أطلس»، يتكون من ثماني مناظير مخصصة للكشف عن النيازك الصغيرة التي توشك أن تتحطم على الأرض.والهدف من هذا الجهاز هو إخلاء المناطق التي يمكن أن تتضرر من الاصطدام". ويتوقع العلماء أنه سيكون بإمكانهم أن ينذروا الناس قبل وقوع الارتطام بأيام ربما تصل إلى الأسبوع.

في عالم تنتشر فيه ٥٠٠ مدينة في كل منها ما يزيد على مليون ساكن، يصبح هذا الحذر ضروريا. وفعلا، فإن الوحدة الجديدة التي أنشأتها وكالة ناسا لحماية كوكب الأرض عقدت صلة بمنظمات للأمن المدني. وفي الوقت نفسه، فإن المنظمة الأوروبية لسلامة الملاحة الجوية شرعت في التفكير في الموضوع. ويقول توماسّو سْجوبّا (Tommaso Sgobba)، وهو مسؤول عن مشروع في هذا المجال: "يتعين علينا أن نقيس حجم هذا الخطر، نظرا إلى نمو النقل الجوي".

الاستكشاف المستحيل

يراقب سلاح الجو، في فرنسا، عن كثب الشبكة المكونة من ١٠٠ عدسة فلكية التي أقامتها مختبرات عديدة في طول البلاد وعرضها – للكشف عن المزيد من الأحجار النيزكية. ويبين جيريمي فوبايون أن "كل ما يدخل في المجال الجوي يهمُّ الجيش، على الأقل ليتجنب أن يؤول انفجار الحجر النيزكي تأويلا سيئا، فيؤدي بالتالي إلى رد عسكري".

والأمور ليست جاهزة تماما بعد. في الوقت الراهن، تهدف أعمال البحث إلى توقع مكان ارتطام الجسم الخطير بالأرض. ويذكر بيتر ينيسكنس أنه "إلى حد الآن، لم يقع التعرف إلا على نيزكين في الفضاء قبل أن يلامسا الأرض: وهما ٢٠١٤ أأ (2014 AA) و ٢٠٠٨ تي سي ٣ (2008 TC3). وقد اكتُشِف النيزك الثاني الذي يبلغ قطره ٤ أمتار قبل عشرين ساعة على ارتطامه بالأرض، واستطعنا أن نحسب انعكاساته في مكان ما من السودان، حيث عثر باحثون فعلا على بعض الشظايا". وهذا أمر مشجع جدًا... وإن كان أي عالم فلك لم يشاهد مقذوفة تشيليابينسك وهي في طريقها إلى الأرض، لأنها كانت محجوبة بنور الشمس.

ويتنهد آلان هاريس قائلا: "في حالات كهذه، لا أرى أي حل، تقني أو فضائي، قد يساعد على رصد النيزك مقدما. والرادارات العسكرية، المخصصة لرصد الصواريخ البالستية، هي الوحيدة القادرة على أن تعلم بوجوده قبل دقائق قليلة من ارتطامه بالأرض". إنها حالة مفزعة حقا.

ومع ذلك، فلا بد لنا من أن نتحلى برباطة الجأش. فجيري بوروفيسكا يقول مطمئنا: "إن هذا الخطر ضعيف جدا بحيث إنه لا ينبغي أن يؤخذ مأخذ الجد في حياتنا اليومية". ويواصل آلان هاريس حديثه فيقول: "من السهل أن نخمن. هل كان اصطدام تشيليابينسك يكون أشد لو كانت الزاوية أكثر حدة، وكان النيزك من نوع آخر؟ لا شك في أن الوضع كان يمكن أن يكون مدمرا بدرجة أكبر... ولربما كان يمكن أيضا أن يكون أقل أضرارا. وغالبا ما يقال، إن النيزك الذي ضرب تونجوسكا (١٩٠٨م، بسيبيريا) كان يمكن، بفارق بضع ساعات، أن يضرب لندن ويدمرها تدميرا. وهذا غير صحيح: فلو أن ذلك الجسم تأخر عن موعده بضع ساعات، لما اصطدم بتاتا بالأرض!".

الخطر لا يزداد

يؤكد كليمنس رومف (Clemens Rumpf)، المهندس الفضائي بجامعة ساوثهامبتون (المملكة المتحدة)، المتخصص في المسارات النهائية للنيازك، أن "توصلنا إلى رصد المزيد من النيازك لا يعني أن المستوى الفعلي للخطر قد تغير. ففي تاريخ البشرية، لم يكن يُنظر قط إلى النيازك باعتبارها مشكلا رئيسا، وهذا السيل من المعلومات الجديدة لا يجب أن يدفعنا إلى تغيير ذلك الموقف.

هل بإمكاننا أن نتفادى الاصطدام؟

لقد أصبح تحويل نيزك من النيازك التي تهدد الأرض موضوعا قائم الذات من مواضيع البحث، يناقشه الدارسون بجدية في مؤتمراتهم. ويقول باتريك ميشال (Patrick Michel)، من مرصد الكوت دازور (فرنسا)، موضحا الأمر: "إننا نعمل على مقاربتين: تتعلق إحداهما بالتصادم العنيف، باستخدام قذيفة أو باستغلال موجة لانفجار نووي؛ وتتعلق الثانية بعملية دفع سلس، من نوع الشراع الشمسي". ويتوقف اختيار هذه التقنية أو تلك على الوقت المتاح، وعلى حجم الجرم، وتركيبه، وسهولة اختراقه... وقد كانت عمليات المحاكاة الرقمية التي تم إجراؤها واعدة. ويقر باتريك ميشال، وهو باحث، عضو في الشبكة العالمية للإنذار بالنيازك، بأن الباحثين ليسوا على يقين من أن هذه التجارب ستؤدي إلى النتائج المأمولة. وفي هذا السياق، ستقوم وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) ووكالة الفضاء الأوروبية إيسا (ESA) بإجراء تجربة تصادم على مسافة ٦ كلم على النيزك ٦٥٨٠٣ ديديموس (65803 Dydimos) الذي يبلغ قطره ٢٠٠ مترا. وسيكون إعلان النتيجة في أكتوبر ٢٠٢٢م.

علينا أن نراقبها، بطبيعة الحال، ولكن ذلك لا ينبغي أن يقض مضاجعنا".

من السهل أن نقول ذلك. حتى وإن كان عدد النيازك ليس أكثر من ذي قبل؛ حتى وإن كنا، قبل يوم ٦ فبراير ٢٠١٦م لم نسجل أي حادث وفاة بسبب النيازك؛ حتى وإن كانت الإحصائيات لصالحنا، فليس بإمكاننا أن نمنع أنفسنا من اعتبار وفاة كاماراج المأسوية أمرا يتجاوز الحادث اليومي العادي: فهي التجسيد الأول للخطر الذي ينزل علينا من السماء. وهو خطر غريب، عابر، طفيف، ولكنه رغم كل شيء خطر حقيقي قائم. ■

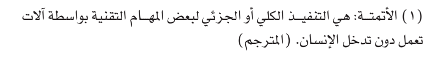
(١) CHUTE D'ASTÉROÏDE: UN PREMIER MORT!, Science & Vie 1183, P 40-46

(٢) Vincent Nouyrigat



نقل الركاب بواسطة طائرات دون طيار يتجسد

لقد انقضى زمن توصيل البيتزا بواسطة طائرات دون طيار... فمع الإيهانج ١٨٤ (Ehang 184)، تخطو الشركة الصينية خطوة أخرى وتكيِّف المروحية الرباعية لنقل الركاب. فهذه الطائرة دون طيار، بفضل مراوحها الثماني المجمَّعة على أربع أذرع، ومدى اكتفائها الذاتي الموعود بعشرين دقيقة، قادرة على نقل ١٠٠ كيلوجرام بسرعة تبلغ ١٠٠ كيلومتر في الساعة. ومع ذلك فإن حظوظ هذه الطائرة في الحصول على الاعتماد تظل ضئيلة. فهذه الوسيلة تثير أسئلة كثيرة تقنية وقانونية ما تزال إلى اليوم دون جواب. ولكن بعد القطار والسيارة، يصعب علينا أن نتصور كيف أن نقل الركاب في الأجواء يمكنه أن يصمد طويلاً أمام طفرة الأتمتة[1] (automatisation)...



(١) الأتمتة: هي التنفيذ الكلي أو الجزئي لبعض المهام التقنية بواسطة آلات تعمل دون تدخل الإنسان. (المترجم)

EHANG

كواكب عجيبة خارج النظام الشمسي[١]

تصوّروا كوكبا مكوّنا من الألماس، وكوكبا ترى في سمائه خمس شموس مشرقة، وكوكبا ثالثا يمطر أحجارًا... هل هو محض خيال علمي؟ أبدا. فقد أخذ علماء الفلك، بفضل محاكاتهم الرقمية، تصور التنوع المذهل الذي يختفي وراء النظام الشمسي. تشهد على ذلك هذه الأمثلة السبعة المدهشة التي انتقاها لنا **بونوا راي**[٢].

مراجع

اكتُشـف أوّلُ كوكب خارج النظام الشمسي سنة ١٩٩٥م؛ واليوم، أصبحنا نَعـدُّ منها ألفـين. وستتمكن المناظـير الفلكية التي ستعمـل في السنوات العشـر القادمة علـى الكشف عن عشرات الآلاف منهـا... من بين مئات المليارات التي تَعمُر درب التبانة.



الكوكب المزدوج

يا له من منظر! أن يكون فوق رأسك تماما كوكبٌ آخر، وأن تَرى على سطحه محيطات، وقارات، وجبالا... وقد قام ديفيد ستيفنسون (David Stevenson)، عالم الفلك بمعهد كاليفورنيا للتقنية (Caltech) (الولايات المتحدة الأمريكية) بمحاكاة للقاء بين كوكبين حجمهما قريبان من حجم الأرض. وفي أغلب الأحيان فإنهما يتصادمان ويندمج أحدهما في الآخر، أو ينجوان من الكارثة ويواصل كل منهما طريقه على حدة. ولكن إذا وقع اللقاء بطريقة جانبية، وبسرعة نسبية ضعيفة، فقد يتلامس الكوكبان... ويثبتان كما لو كانا زوجين غريبين يحيط طرف أحدُهما بالآخر على مسافة تقدَّر بمرة ونصف من قطرهما! وإذا كانا على بعد كاف من نجمهما المشترك، فبإمكانهما أن يظلا يتحركان هكذا في المدار مليارات السنين. وهو ما يترك لبعض الكائنات الذكية وقتا كافيا حتى تخترع النظارة الفلكية، وتكتشف، بدهشة، جيرانها وهم يعيشون رأسا على عقب...



الكوكب ذو الشموس الخمس

إن وجود كواكبَ متعددة الشموس صار أمرا ثابتا. ولقد حُدِّدتْ مواقعُ ما يزيد على خمسين منها حول نجوم ثنائية، عددها غفير في المجرة: إذ تمثل ما يناهز نصف النقاط البيضاء المنتشرة في سماء ليالينا. هل يمكننا أن نتخيل وجود كواكب لها أكثر من نجمين؟ يجيب سين رايمون (Sean Raymond)، من مختبر الفيزياء الفلكية بمدينة بوردو (فرنسا) عن هذا السؤال قائلا: "إن الصعوبة تكمن في الحفاظ على نظام مستقر. لأن النجوم المتعدّدة تشوش بجاذبيتها مدارات الكواكب". ويرى هذا العالم الفلكي أنه يمكن أن نتصور وجود كواكب لها نجوم تصل إلى خمس، شريطة أن تكون في مستوى واحد، وهو ما يضمن ثباتها. لنتخيل كوكبا يدور حول زوجين من النجوم صغيرين جدا ومتلاصقين إلى حد بعيد، كل نجم منهما أقل لمعانا من الشمس بمرتين. وحولهما يدور زوجان آخران من النجوم، أكثر لمعانا من الشمس ولكنهما أبعد، على مسافة تقدَّر بعشرين مرة المسافة بين الأرض والشمس. وأخيرا، فإن نجما عملاقا فائقا أحمر اللون يدور حول هذه المجموعة كلها، على مسافة تزيد على مائتي ضعف المسافة بين الأرض والشمس. ورغم هذا التباعد، فإن حجمه يبدو قريبا من أحجام النجوم الأخرى في السماء، لأنه أكبر من الشمس مائتي مرة...

ILLUSTRER.FR



الكوكب البيضوي الشكل

إن هـذا الكوكـب، الـذي يفـوق طولـه ١,٨ من عرضـه، بـدل أن يشكّل كـرةً مدوَّرة -يمكن أن تكـون مسطحة قليلا من جهة قطبيها- يتخذ هيئة غريبة أشبه ما تكون بالبيضة. وبما أنه متمدد في طرفه بسبب جاذبيتـه إلى نجمه، فإنه يدور في «حـد روش»، وهي مسافة لو نقصت عـن ذلـك الحد لصار الكوكب هبـاء منثورا. ومـا لم يقترب أكثر من نجمـه، فإنـه يبقى قطعة واحدة. والأكثر من ذلك، أن الكوكب لو كان يـدور حـول نجـم هزيل من نـوع القزم البنـي، لكان بوسعـه أن يقع في المنطقة الصالحة للسكن! ويقول برابال ساكسينا (PrabalSaxena)، مـن مركز غودارد لرحـلات الفضاء التابع لوكالة ناسا مازحا: "أثناء تجولـك في هـذا الكوكـب، سترى وزنـك يتغير ويزيد مرتـين بحسب المسافـة التـي تفصلك عن المركز". ويؤكـد ساكسينا أن عوالم من هذا النـوع يمكـن أن تكـون شائعة: إذ من بـين الألفي كوكب خـارج النظام الشمسي التي تم اكتشافها، يبدو أن الكثير منها يدور داخل حد روش التابع لنجمها.



الكوكب الذي تهطل فيه أمطار من الحجارة

سحاب أسود، يحتوي حمما تلمع من بعيد باللون الأحمر، يقترب، ويكاد ينهمر. من الأفضل للمرء أن يلجأ إلى مخبأ: لأن الأمطار هنا لا تُنـزِل ماء، وإنما تُسقط حجارة. والسبب هو أن ذلك الكوكب يبدي لنجمه الجهة نفسها؛ ومن هنا، فإن التربة الذائبة في حرارة تبلغ ١٠٠٠ درجة مئوية، ليست سوى محيط من الحمم مترامي الأطراف، تتصاعد منه أبخرة السيليكات. وتنتشر في الغلاف الجوي الذي لا يمكن تنفسه إلى أن تصل إلى جهة «الليل» من الكوكب، حيث تتكاثف من جديد: بالطريقة نفسها التي يتكاثف بها الماء على الأرض، فتكوّن قطيرات صغيرة من الحجارة، تسقط مجددا في شكل أمطار. ويوضح بروس فيجلي (Bruce Fegley)، من جامعة واشنطن بسانت-لويس (الولايات المتحدة الأمريكية)، الذي قام بمحاكاة التبخر في تلك الكواكب، قائلا: "بإمكاننا أن نتصور كل شيء... الأمطار، والثلوج، والرذاذ، والبَرَد...". ولقد اكتشف العلماء كواكب شبيهة بهذا، ولكن لم تُتَح لهم إلى اليوم فرصة التأكد من أن أمطارا من الحجارة تسقط فيها حقا: من ذلك كوكب كبلر- ١٠ (Kepler-10)، في كوكبة التنين، الذي تبلغ حرارته ١٣٠٠ درجة مئوية، وكوكب كورو تي - ٧ بي (CoRo T-7b)، في كوكبة أحادي القرن، الذي تبلغ حرارته ٢٩٠٠ درجة مئوية.

الكوكب التائه

في هذا المكان، لا يوجد ربيع ولا شروق: فهذا الكوكب لا يدور حول أي شمس. إنه يمضي قدما في المجرة. وهو، ككل الكواكب، ولد في صلب نظام نجمي، ولكنه ألقي به إثر تقلبات حركية. وهذه العملية عادية جدا. ويرى سين رايمون (Sean Raymond)، من مختبر الفيزياء الفلكية بمدينة بوردو (فرنسا) أن العلماء "يعتقدون أنه يوجد ما بين ١٠٠ و٨٠٠ مليار من الكواكب التائهة في المجرة". وبعض تلك الكواكب المنبوذة يمكنها أن تؤوي محيطات جوفية، ساعدتْ درجاتُ حرارتها المعتدلة أشكالا من الحياة بأن تتفتح فيها. والأفضل من ذلك، أن بعض تلك الكواكب يمكن حتى أن يوجد على سطحها ماء سائل! ولكن، كما يقول الباحث: "إن هذا الوضع لا يتحقق إلا بشرط أن يتوفر للكوكب غلاف جوي من الهيدروجين أكثر سمكا من الغلاف الجوي للأرض بنسبة لا تقل عن ١٠ إلى ١٠٠ مرة.



الكوكب الأسود

لم يكن أحد يتصور أن الأمر يمكن أن يوجد! ولذلك، فإن ديفيد كيبنج (David Kipping)، من مركز الفيزياء الفلكية بهارفارد (الولايات المتحدة الأمريكية) أحدث مفاجأة حين اكتشف هذه السمة للكوكب ت ر إ س-٢ ب (TrES-2b)، في كوكبة التنين: فحين نشاهد هذا الكوكب من الفضاء، يبدو لنا غلافه الجوي أكثر سوادا من أكثر الطلاءات السوداء سوادا. إن هذا الكوكب الغازي العملاق، بنصوعه (أي كمية الضوء التي يعكسها السطح) الذي يقلّ عن ٠,٧٪، يحرص على الاحتفاظ بكل الضوء الذي يتلقاه من نجمه تقريبا. وليس في هذا القياس خطأ: فقد قام فريق مستقل، من مركز أميس للأبحاث التابع للناسا، بإعادة عملية الرصد، واستنتج أن النصوع يمكن حتى أن يكون أشدَّ ضآلة مما تمَّ الإعلان عنه! أما سبب هذه الخاصية الغريبة، فما زال لغزا... ويقدّم ديفيد كيبنج فرضية، فيقول: "افترضنا أن السبب هو طبقة من الغلاف الجوي المرتفع يمكن أن تكون مكوَّنة من أكسيد التيتان وأكسيد الفاناديوم. ولكننا لا ندري كيف أمكن الحفاظ على تلك الموادّ ذات القدرة على الامتصاص بكميات كافية في أماكن على هذا القدر من الارتفاع".

ILLUSTRER.FR



كوكب الألماس

إنـه عـالم يمكـن أن نلتقط فيه الألماس بكميات كبيرة وبكل يسـر. فالتربة تزخر بالألماس إلى مـدى البصـر. وهي تأتي من مركز الكوكب، الـذي هو في ذاته ماسة عملاقة، أكبر من الأرض! إنها حجر يفوق ١٠٠ مليار مليار مليار قيراط... وهذا النـوع مـن الكواكب يمكن أن يوجد في الواقع. ويعتقـد أوليفييه موزي (Olivier Mousis)، من مختبر الفيزياء الفلكية بمدينة مرسيليا (فرنسا) في ذلك اعتقادا جازما منذ درس النجم «٥٥ كانسري» (55 Cancri)، في كوكبة السرطان. ويشير طيفـه الضوئـي إلى أن الفحـم الـذي يتوفر عليه يفـوق ما تتوفر عليـه الشمس. وتبين عمليات المحاكاة أن كل فحم الكوكب، تحت ضغط جاذبيته، يمكنه أن يكوّن قلـب ماسـة. ويقول عـالم الفيزياء الفلكيـة المذكور مازحا: "عنـد إعلان النتائج، اتصـل بـي أحد تجار الألماس مـن مدينة أنفير (بلجيكا)، ليعبـر لي عن قلقه من أن يأخـذ سعـر الألماس في التراجـع!". ومع ذلك، فإن هذا الكوكـب لن يكون جنة يطيب فيها العيش: فالأكسجين القليل الموجود في القرص الكوكبي الأوَّلي الذي تَوَلَّـد منـه ذلك الكوكب، تستحوذ عليه الصخـور لصناعة المعادن. وبناء على ذلك فإن كوكب الألماس ربما كان جافا بصورة لا أمل في الخلاص منها. ■

(١) INCROYABLES EXOPLANÈTES, Science & Vie 1183, P 74-51
(٢) Benoît Rey



للاستزادة

راجع: موقعا يحصي الكواكب خارج النظام الشمسي التي تم التعرف عليها.
انظر: محاضرة مرئية ألقاها مكتشف أول كوكب خارج النظام الشمسي. الرابط المباشر على الموقع

science-et-vie.com

الولايات المتحدة الأمريكية

مشروع يريد إحياء الرحلات الأسرع من الصوت[١]

بعد مرور ثلاثة عشر عاما على سَحْب طائرة الكونكورد، ما زالت فكرة طائرة الركاب التي تفوق سرعتها سرعة الصوت تفتن الألباب. آخر الأدلة على ذلك: برنامج البحث الذي أطلقته وكالة ناسا الفضائية في أواخر أبريل ٢٠١٦م والهادف إلى بناء «طائرة أسرع من الصوت وأقل صخبا» لنقل الركاب. وهم يريدونها أقل صخبا، لأن أحد أكبر عيوب الطائرات التي تنتمي إلى عائلة الكونكورد كان الضجيج الذي يصم الآذان الصادر عن الطائرة عند اختراقها حاجز الصوت -وهو ما يُعرف بـ«الدوي» الأسرع من الصوت- الذي يزعج التجمعات السكانية التي تمرّ فوقها الطائرة. وقد كَلّفت وكالة الفضاء الأمريكية تجمعا من المؤسسات بقيادة شركة لوكهيد مارتن بالانكباب على تصميم جديد يسمح بالحدّ من السعة الصوتية لذلك «الدوي». وإذا نجحت الفكرة عند تجربتها في نفق الرياح، فإن بناء الطائرة سيكون محل عقد جديد مع تجارب في الطيران ترجّح ناسا أن موعدها سيكون «في حدود سنة ٢٠٢٠م». ويقول لوران سير (Laurent Serre)، مدير البرامج فائقة السرعة في المركز الوطني للدراسات والبحوث الفضائية الجوية (Onera): "نستطيع الحدّ من «الدوي» بطرق مختلفة: منها العمل على أشكال الطائرة (الهيكل، وأسطح التحكم)، ومنها التخفيف من كتلتها، أو جعلها قادرة على الوصول إلى ارتفاع أكبر في وقت أقل. وهذه الاعتبارات جميعا توجّه البحث إلى بناء طائرة نفاثة خاصة برجال الأعمال تنقل عددا قليلا من الركاب". وينبه لوران سير إلى مصدر إزعاج آخر محتمل: هو الضجيج المنبعث عند الإقلاع بسبب المحركات المصمَّمة للرحلات الأسرع من الصوت، ويرى أنه "يجب إدراج تلك المحرّكات في هيكل الطائرة، بصورة تجعلها ترسل أكبر قدر ممكن من الضجيج إلى السماء". ■

(١) UN PROJET VEUT RESSUSCITER LES VOLS SUPERSONIQUES, Science & Vie 1184, P 106-107





٨ يعمل مهندسو الطائرات الأسرع من الصوت على التجديد من حيث التصميم، لتخفيف «الدوي» الذي تحدثه عندما تخترق حاجز الصوت.

التلفزيون الرقمي الأرضي (DTT) ينتقل إلى الدقة العالية (HD)

الدقة العالية تبلغ حدّها الأقصى[1]

في مستهلّ شهر أبريل ٢٠١٦م انتقل التلفزيون الرقمي الأرضي دي تي تي (DTT) كليا إلى نظام الدقة العالية إتش دي (HD). وبهذه الصورة، فإن عدد البكسلات المعروضة في الشاشة سيمر من ٧٢٠×٤٨٠، بالنسبة إلى القنوات، إلى ١٩٨٠×١٠٨٠. في انتظار نظام الدقة فوق العالية ألترا إتش دي (Ultra-HD)، الذي تبلغ دقة العرض فيه ٣٨٤٠×٢١٦٠ بكسل بالنسبة إلى التطوير الأول، المتمثل في المعيار ٤ك (4K) الذي أُدرِج في بعض أجهزة التلفزيون، ووصولاً إلى دقة العرض ٧٦٨٠×٤٣٢٠ والمتمثل في المعيار ٨ك (8K)، الذي ما زال قيد الدراسة عند بعض المصنّعين.

تذكير بالوقائع

بداية من ٥ أبريل ٢٠١٦م انتقل التلفزيون الرقمي الأرضي دي تي تي (DTT) كليًا إلى نظام الدقة العالية دي تي تي إتش دي (DTT HD). وقد بدأت ملامح الدقة فوق العالية تتشكَّل مع أجهزة التلفاز الأولى من نوع ٤ك (4K) التي تتميز بدقة وضوح يفوق بأربع مرات الدقة العالية. وبداية من سنة ٢٠١٨م سيشرع التلفزيون الياباني في تطبيق المعيار ٨ك (8K) (الذي يفوق الدقة العالية ١٦ مرة) وذلك استعدادا لإعادة بث الألعاب الأولمبية لسنة ٢٠٢٠م.

ولكن هذا السباق في مضمار دقة العرض، هل ما زال له معنى؟ ألم يبلغ الباحثون فيه مستوى لا تملك العين بعده أن تميز بين درجات تلك الدقة؟ يفسر باتريك كافاناج (Patrick Cavanagh)، الأستاذ في مختبر علم النفس المعرفي بجامعة باريس-ديكارت (فرنسا) الأمر فيقول: "إن وضوح الرؤية للعين تبلغ ١/٦٠ من الدرجة التي تقابل بها الجسم. تصوَّرْ ٦٠ سطرًا دقيقًا مرسومة على ظفر سبَّابتك، انظر إليها مادًّا ذراعك إلى أقصى حدّ، تلك هي الغاية النهائية لوضوح رؤية عينك. فإذا كانت البكسلات على تلفازك أكثر دقة، فإن ذلك سيكون بلا جدوى".

وعمليا، فمع أجهزة التلفزيون القديمة التي تعمل بنظام سيكام، بقطر ٦٦سم، تستطيع العين أن تميز البكسلة (نقاط الصورة) حين تقترب من الشاشة مسافة أقل من ٧م. وهو ما يفسّر أننا في كل الأوقات قلما نجلس على مسافة تفوق ٧م من التلفاز...

الدماغ تم تجاوزه

من هنا، يمكن القول إن الانتقال إلى صيغة الدقة العالية (HD) له معنى، لا سيما وأن أحجام الشاشات صارت أكبر: فإذا كان القطر يساوي ١٢٧سم، فإن تلك البكسلة تظهر من مسافة ٤م في الدقة العالية. وهو ما يمكن أن يبرر الانتقال إلى معيار ٤ك (4K). إن البكسلة، بالنسبة إلى شاشة قطرها ١٦٥سم، اعتمادا على دقة عرضها، لن تظهر إلا على مسافة ٢,٥م. ولكن هذا يعني أننا، ابتداء من المعيار ٨ك (8K) سيتعين علينا أن نلتصق بالشاشة لنكتشف نقاط الصورة.

هذا إذا كانت حدة بصرنا جيدة. ويضيف باتريك كافاناج قائلا: "حتى بالنسبة إلى الأشخاص الذين يتمتعون بحاسة بصر جيدة، فإن الحد الأقصى

المعيار الحالي



الدقة العالية

تُضاعف الدقةُ العالية خمسَ مرات جودة الصورة في المعيار الحالي. وهي دقة تُرَى بالعين المجردة.



باتريك كافاناج

PATRICK CAVANAGH

أستاذ في مختبر علم النفس المعرفي بجامعة باريس-ديكارت (فرنسا)

إذا كانت البكسلات على تلفازك أكثر دقة من حدود جودة رؤية عينك، فإنها لا تجدي نفعا

SHUTTERSTOCK - DR- S.AQUINDO

لوضوح الرؤية للعين، خارج مركز النظر، أقل بكثير من ١/٦٠ من الدرجة". علما أن الدماغ يكشف أيضًا تفاصيل أقل: فهو، خارج المنطقة المركزية للنظر (زاوية تقدَّر بدرجة واحدة)، لا يَدري على وجه الدقة ما الذي يراه، مهما كانت الخاصية الأصلية للصورة. ومع معيار الدقة العالية، الذي جاء بعده معيار الدقة فوق العالية، فإن السباق نحو شاشات أكبر فأكبر قد بلغ مداه الأقصى. فما الذي بقي، بعد هذا، أن نحسّنه؟ هل هو تردد ترطيب الصورة؟ يرى باتريك كافاناج أننا: "إذا تجاوزنا ٦٠ صورة في الثانية، لم يبق لنا شيء كثير لنغنمه". والحال أن هذه العتبة قد تم بلوغها منذ زمن. هل ينبغي علينا أن نتصرف في التباينات؟ يضيف باتريك كافاناج: "إن الذين يشاهدون لأول مرة برامج بالدقة العالية أو بالدقة فوق العالية يقولون إن الألوان فيها مفرطة التباين، وأنها غير واقعية، وأنها تجعلنا نرى التفاصيل أكثر مما ينبغي". وعلى هذا النحو، فإن بحث العلماء عن «المزيد» من حيث المواصفات، ينتهي به الأمر دائمًا إلى أن يصبح عدوا لـ«الأفضل» من حيث الجودة. ▮

إيمانويل مونييه[٢]

(١) LA TNT PASSE À LA HD: LA HAUTE DÉFINITION ATTEINT SES LIMITES, Science & Vie 1183, P 122-123

(٢) E. Monnier

أغنى شركة في



إن قيمة عملاق الشبكة العنكبوتية العالمية تقدَّر اليوم بخمسمائة مليار يورو! وهي قوة مالية تسمح له بأن يدفع لموظفيه رواتب مجزية، وأن يطور مشاريع خيالية... أو ثورية.

بقلم: أوفيلي كولا دي فران(٢)



١ ماذا تعني ٥٠٠ مليار يورو؟

الجواب: إن هذا المبلغ يعادل كل الثروات التي ينتجها بلد مثل السويد (١٠ ملايين ساكن) خلال سنة. في يوم ٢ فبراير ٢٠١٦م، اصبحت شركة جوجل، التي لم تُتِمَّ بعدُ سنتها الثامنة عشرة، أغلى شركة في العالم، متقدمة على أبل التي يمر هذه السنة أربعون عاما على إنشائها. في ذلك اليوم اصبحت قيمة محرك البحث جوجل تعادل ٤٩٧,٥ مليار يورو، مقابل ٤٨٥ مليار يورو «فقط» لأبل مخترع الآيفون. ولكن كيف تحدَّد قيمة شركة من الشركات؟ تخيلوا جوجل كعكة ضخمة مقسومة إلى ملايين الحصص. إن مجموع تلك الأقسام، التي تسمى أسهمًا، تمثل رأس مال الشركة. وفي بورصة نيويورك، تباع كل يوم وتشترى آلاف الأسهم. فإذا كثر عدد الراغبين في شراء حصة واحدة من تلك الكعكة، أي من رأس مال لإحدى الشركات، فإن قيمتها ترتفع. وعلى العكس من ذلك، فإن تلك القيمة تنخفض إذا باع عدد كبير من المساهمين حصصهم من الكعكة. ولكن، في يوم ٢ فبراير عام ٢٠١٦م، كان المساهمون يتخاطفون أسهم جوجل. والسبب واضح: فقد أعلن جوجل في اليوم السابق النتائج التي حققها خلال سنة ٢٠١٥م، مع حجم أعمال يفوق ٦٧ مليار يورو! ولا شك في أن قسما من هذه الأموال يُستخدَم لدفع



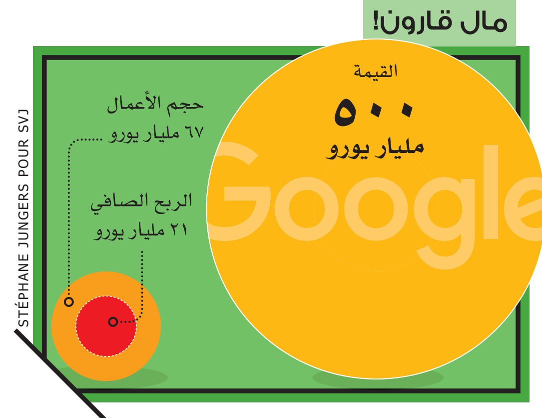
أسس سرجي برين (Sergey Brin) «على اليسار» ولاري بيج (Larry Page) شركة جوجل سنة ١٩٩٨م. وقد أصبح كل واحد منهما اليوم مليارديرا.

FLICKR/JOI ITO



DAVID GOLDMAN/AP/SIPA

مصاريف الشركة (رواتب الموظفين، شراء التجهيزات...). ولكن الربح الصافي، أي ما يبقى في «جيب» جوجل في نهاية المطاف، يقارب ٢١ مليار يورو.



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

٢ من أين يأتي كل هذا المال؟

الجواب: من المعلومات الشخصية لمتصفحي الإنترنت. فلئن كان محرك البحث وخدماته (يوتيوب، جيميل، خرائط جوجل، رزنامة جوجل، مستندات جوجل...) مجانية، فثمة مقابل جوهري بالنسبة إلى الشركة. فالمعلومات التي تقدّمونها لفتح حسابات مجانية، والإرشادات التي توفرها لائحة المواقع التي تصفحتموها، كثيرة جدًا: العمر، الجنس، الموقع الجغرافي، مجالات الاهتمام، عادات الاستهلاك... كل هذه البيانات تساعد جوجل على أن يرسل إليكم إعلانات موافقة لملامح استهلاككم. ولعلكم لاحظتم أنكم عندما تتجولون على الإنترنت بحثا عن منتج، هاتف مثلا، فإن نوافذ سامسونج أو سوني تبرز لتوجيهكم إلى موقع تجاري؟ إن أصحاب الإعلانات مستعدون لدفع مبالغ مالية طائلة لهذا النوع من الإعلانات «الموجهة»، لأنها تؤدي إلى مبيعات أكثر بكثير من شعار ثابت على صفحات يراجعها آلاف من مستخدمي شبكة الإنترنت الذين لا يهتمون بالضرورة بهذا النوع من المنتجات. ومن هنا، وحسب جادنر (Gadner)، وهي شركة متخصصة في استهداف مستخدمي الشبكة، فإن إحدى العلامات التجارية للأحذية تحقق ما بين ٣٠ و ٤٠٪ من حجم أعمالها بواسطة هذا النوع من «الإعلانات الذكية». كما أن خدمات جوجل مليئة بإعلانات كتومة. خذوا محرك البحث. نراهن على أنكم لم تنتبهوا قط إلى كلمة «إعلان» التي تبدو على خلفية صفراء أمام عدد من النتائج (انظر لقطة الشاشة في اليسار أعلاه). إن هذه الكلمة تشير ببساطة إلى رابط تجاري، أي إلى شكل من أشكال الإعلان المتخفي الذي تولع به الشركات. وتوضع تلك الإعلانات في كل مكان! فلعلكم رأيتم هذا الشعار الأصفر أيضًا في اليوتيوب والجيميل، في ركن «الترويجات». وكل هذه الخدمات لها جمهور هائل. وبهذا، فإن محرك البحث جوجل يسحق منافسيه ياهو (Yahoo) وبينج (Bing): ففي كل شهر تتم فيه ١٠٠ مليار عملية بحث، وهو ما يعني ٩٠٪ من نشاط البحث على شبكة الإنترنت في العالم. ومن جهة أخرى، تَعُدُّ كل من يوتيوب وجيميل أكثر من مليار مستخدم. وفي المجموع، يمثل الإعلان ٩٠٪ من الـ ٦٧ مليار يورو التي يكسبها جوجل! والباقي؟ إنه يأتي أساسًا من أندرويد، وهو نظام تشغيل الهواتف الجوالة والأجهزة اللوحية. وهو مجاني بالنسبة إلى المستخدمين، ولكن مصنعي الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية يتعين عليهم أن يدفعوا رخصة لاستخدام جوجل بلاي (متجر التطبيقات)، أو خرائط جوجل، وهما خدمتان متاحتان عن طريق نظام أندرويد.

KENA BETANCUR/REUTERS

< يزوّد نظام التشغيل أندرويد ٨٠٪ من الهواتف الذكية المباعة في العالم.

Science & Vie Junior - Actualité scientifique & technique

Science & Vie Junior : Parce que la curiosité est un très ...

∧ يقود الرابط الثاني إلى موقع مجلة «العلم والحياة للصغار». أما الموقع الأول (وهو مصحوب بكلمة «إعلان» بالأصفر) فيقود إلى استمارة اشتراك.

إضاءة

اشترى **المساهم** أسهم شركة. ومقابل ذلك، فإذا سجلت الشركة أرباحًا، تحصَّل على جزء من المال (الذي يسمى **الأرباح**) يناسب عدد الأسهم التي يملكها.

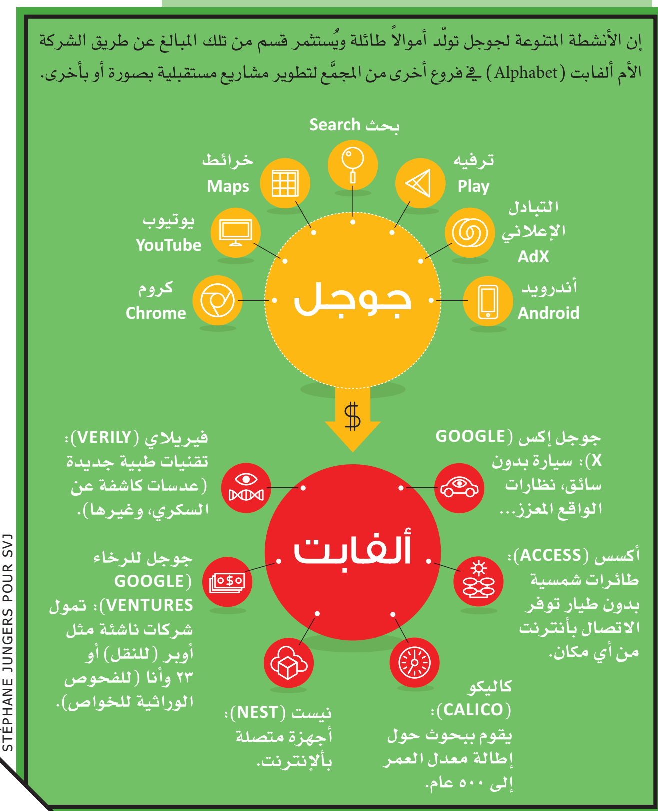
يمثل **حجم أعمال** شركة ما المال الذي كسبته من بيع المنتوجات والخدمات التي تقترحها.



٣ من يستفيد من هذا المال؟

الجواب: المستفيد الأول منه هما منشئا الشركة: سرجي برين (Sergey Brin) ولاري بيج (Larry Page). فقد كانت ولادة جوجل سنة ١٩٩٨م في مرآبهما بمنلو بارك (كاليفورنيا – الولايات المتحدة الأمريكية)، حين كانا طالبين. وهما الآن لم يعودا يديران الشركة، بل يملكان أسهما من رأس مالها. وتقدَّر ثروة أولهما بـ ٢٦,٥ مليار يورو، وثروة ثانيهما بـ٢٧ مليار يورو. ويسمَّى المدير الحالي لجوجل سوندار بيشاي. وقد نال في بداية السنة مكافأة تبلغ ١٨٢ مليون يورو (في شكل أسهم). كما أن شركة جوجل تدفع رواتب مجزية لموظفيها البالغ عددهم ٥٧,٠٠٠ في مختلف أرجاء العالم. وفي جوجل فرنسا، مثلا، يتقاضى مهندس برمجيات متمرّس ما يقرب من ٧٧٠٠ يورو شهريًا (علمًا أن الأجر الشهري الأدنى في فرنسا يبلغ ١٤٦٦ يورو). قد يبدو راتب المهندس مرتفعا. ومع ذلك، فهذا الراتب، بحسب جلاسدور (Glassdoor)، الموقع الأمريكي للتوظيف على الإنترنت، هو الراتب المتوسط في الشركة! وبالإضافة إلى ذلك، يتمتع الموظفون أيضًا بامتيازات عينية متنوعة: وجبات مجانية مفتوحة في مطاعم الشركة، قاعات للرياضة والقيلولة. وحتى حيواناتهم المنزلية فهي مدللة! فما أمر المساهمين، الذين يملكون حصص كعكة جوجل؟ لقد طالما رفض عملاق الشبكة أن يوزع عليهم >أرباحًا< (انظر الإضاءة، ص١٢٥)، مفضلا الإنفاق في البحث (انظر السؤال الرابع). وللحد من تذمُّرهم، قررت الشركة، في السنة الماضية، أن تفرج من أجلهم عن مبلغ يسير... هو ٤,٥ مليار يورو.

أموال طائلة... من أجل مشاريع خيالية



STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

٤ هل يدفع جوجل ضرائب؟



«سيارة جوجل» السيارة بدون سائق، أحد التحديات التقنية الكثيرة لعملاق شبكة الإنترنت.

الجواب: يؤكد جوجل أنه يحترم القوانين الضريبية في كل البلدان التي استقرّ بها، أي أنه يدفع >ضرائب< على أرباحه. وهو صادق في قوله، إلا أن هذه الشركة الأمريكية تلجأ إلى بعض الحيل المخادعة للتخفيض من قائمة الحساب... ذلك، أن عملاق الشبكة، حين استقر في أوروبا، سنة ٢٠٠٤م، حط رحاله في إيرلندا. لسبب وجيه: هو أن القوانين الإيرلندية كانت تسمح له بأن يرسل جزءا من أرباحه إلى >ملاذات ضريبية< حتى يتملص من الضريبة. لماذا قدّمت إيرلندا هذه الهدية لجوجل ولشركات أخرى متعددة الجنسيات؟ لأن تلك الشركات، بالمقابل، تشغّل الإيرلنديين. والعملية ناجحة: فقد استقرت بإيرلندا ١٠٠٠ شركة أجنبية، وفرت ١٦٠,٠٠٠ وظيفة. ولكن البلدان الأوروبية الأخرى التي تعمل فيها تلك الشركات تخسر الكثير: لأن جوجل لا يصرِّح على أراضيها إلا بجزء يسير من الأرباح التي يحصل عليها في أوروبا، ويحوّل الباقي إلى إيرلندا، ومنها إلى برمودا، وهو أرخبيل في المحيط الأطلسي لا يدفع فيه ضرائب بتاتا! وإزاء هذا التحايل، تطالب الحكومات الأوروبية بالمحاسبة... وقد استرجعت بريطانيا ١٧١ مليون يورو، وتطالب إيطاليا بـ٢٠٠ مليون يورو. وقد تشترط فرنسا على جوجل أن يدفع لها ١,٦ مليار يورو!

جوجل بالأرقام

٪٩٢
من عمليات البحث الإلكترونية تتم على محرك البحث جوجل.

٤٠٠
ساعة من الفيديو تحمَّل كل دقيقة على اليوتيوب.

٪٨١
من الهواتف الذكية تعمل على نظام أندرويد.

١
مليار شخص يملكون حسابًا على الجيميل.

٪١٠,٤
من الوقت الذي يقضَى على الإنترنت في العالم يكون على موقع جوجل.



GOOGLE

∧ هذا ليس محلاً لبيع الألعاب، وإنما هي مكاتب جوجل في كوريا الجنوبية. بيئة رائعة للعمل، أليس كذلك؟

٥ ماذا يفعل جوجل **بكل هذه الثروة؟**

الجواب: يذهب قسم كبير منها لتمويل البحث وتطوير منتجات وخدمات جديدة. وهذا أمر مكلف جدًا: ففي سنة ٢٠١٥م، أنفقت الشركة مبلغا يقدر بـ ٨,٤ مليار يورو في ما تسميه «رهانات» وما يطلق عليه غيرها اسم «مشاريع خيالية»... من ذلك شراء نيست (Nest)، وهي شركة تعمل على منتجات «ذكية» للبيت، مثل مثبت الحرارة المتصل الذي ينظم درجة حرارة المنزل في غيابك، أو كاشف الدخان المتصل بجوالك. ويعمل فيريلاي (Verily)، وهو قسم «علوم الحياة» في شركة جوجل على عدسات قادرة على الكشف عن منسوب السكر في الدم عند المصابين بالسكري. أما فريق جوجل أكسس (Access) فيدقق في مشروع طائرات شمسية بدون طيار، قادرة على توفير إنترنت أسرع ٤٠ مرة من الجيل الرابع فور جي (4G) في أي مكان من العالم! إضافة إلى جوجل إكس (Google X)، المختبر الذي يخترع أجهزة مذهلة مثل تلك التي يستخدمها كيو، عالم أشرطة جيمس بوند: كالسيارات بدون سائق، أو السوار الكاشف عن الخلايا السرطانية... فإن لم يُحدِثْ فيك هذا بَعْدُ شعورًا بالانبهار، فما رأيك في شركة كاليكو (Calico)، التي تملكها جوجل أيضا، والتي رصد لها في السنة الماضية مبلغ ٣٨٧ مليون يورو حتى تطيل في معدل العمر ليصل إلى ٥٠٠ عام؟

إن جواب جوجل، الشركة الكاليفورنية المتعددة الجنسيات، للذين ينظرون إلى تلك المشاريع المكلفة بعين الريبة، هو أنه، قبل عشرين سنة، لم يكن أحد يثق في القدرات التجارية لمحرك البحث هذا. لا شك في أن مشروع نظارة جوجل (Google Glass) «نظارات الواقع المعزَّز» أصيب بفشل ذريع، غير أن «مشاريع خيالية» أخرى تبدو واعدة جدًا. من ذلك مشروع سيارة جوجل بدون سائق (انظر الصورة فوق إلى اليمين في الصفحة المقابلة). واعتمادًا على دراسة أجرتها شركة التحاليل مجموعة بوسطن للاستشارات، فإن ٤٤٪ من الأمريكان ينوون شراء مركبة مستقلة بذاتها خلال السنوات العشر القادمة. وأكثر من هذا، ففي حدود سنة ٢٠٣٥م، ربما وُجدت ١٢ مليون سيارة من هذا النوع على الطرقات... وهذه سوق هائلة، يملك فيها جوجل، بفضل ثروته الراهنة، إمكانيات الحصول على نصيب الأسد. ■

---

(١) L'ENTREPRISE LA PLUS RICHE DU MONDE, Science & Vie Junior 320, P 20-23

(٢) Ophélie colas des Francs

> في حال الشعور بإرهاق مفاجئ في المكتب، تضع جوجل تحت تصرف موظفيها أرائك مريحة لقضاء القيلولة.

ERIN SIEGAL/REUTERS

إضاءة

الضرائب هي رسوم، أو مبالغ تفرضها الدولة على المال الذي يكسبه شخص أو شركة، وتستخدم الضرائب لدفع تكاليف القطاع العام (كالتعليم والصحة والنقل...).

الملاذ الضريبي هو بلاد تُدفع فيها ضرائب قليلة أو لا تُدفع البتَّة. تنقل إليها بعض الشركات المال الذي تكسبه في بلدان أخرى حتى لا تدفع ضرائب في البلدان التي تستقر فيها.

هل هي **فكرة جيدة** أن يترك الإنسان حسابه على **الإنستقرام** في وضع «**عمومي**»؟[1]

بقلم: فيليب فونتان [2]

الجواب هو: نعم، بشرط أن يُحسِنَ استخدامَ التطبيق. ولكن، في الحقيقة، ما هو الإنستقرام؟ إنه شبكة اجتماعية على الهواتف الذكية، متخصصة في تبادل الصور والفيديو. وبطبيعة الحال، فإن استخدامه مجاني، وبإمكان المشتركين أن يرسلوا عبره ما شاؤوا من الصور ومقاطع الفيديو. والعملية في غاية البساطة. يكفي أن نضغط على زر «آلة التصوير»، ثم نلتقط صورة (أو نبحث في معرض









الصور في الهاتف الذكي). يتعين علينا، بعد ذلك، أن نضبط إطار الصورة في شكل مربع (وهو الشكل الوحيد الذي يقبله التطبيق)، وبإمكاننا أيضًا أن ندخل عليها بعض اللمسات بمساعدة مرشِّحات الألوان. وفي النهاية، نضيف تعليقًا، ونُتْبِعه بالوسوم (الهاشتاقات) الشهيرة. وتلك الكلمات المفتاحية المسبوقة بالعلامة (#)، هي التي ستساعد المستخدمين الآخرين على العثور على صوركم (مثل #العلم والحياة للصغار، #باريس، #مطبخ...). وافتراضيًا، فإن كل حسابِ إنستقرام جديدٍ يكون مضبوطًا على وضع «عمومي». وهذا يعني أن الصور والفيديو التي يتمّ إرسالها عبره يمكن أن يشاهدها الثلاثمائة مليون مشترك في الشبكة. وهذا الأمر ربما يُسبِّب مشكلة. لأن التقاطك صورة لأختك الصغيرة وهي تلعب في حوض الاستحمام، أو لأحد أصدقائك وهو يبكي بعد أن وقع أرضًا من على لوح التزلج، يمكن أن يبدو مضحكا لأول وهلة. ولكن الصورة، حين يتم إرسالها يمكن أن يعثر عليها أيٌّ كان، بما في ذلك أشخاص من ذوي النوايا السيئة. فإذا كان صديقك المسكين صاحبُ لوح التزلج أضحوكةَ بين زملائه، فإن تلك الصورة ستزيد الطين بلة. أما صورة أختك، فإنها يمكن أن تنتقل مباشرة إلى القرص المضغوط لأحد أصحاب النوايا السيئة. ولنقلها بوضوح، لا تشاركوا علنًا الصور التي لا تهم إلا أصدقاءكم وأقرباءكم. وعند إرسالكم الصورة، انتقوا خيار «مباشر» واختاروا الأشخاص الذين تودون إطلاعهم عليها. وبإمكانكم أيضًا أن تنشروها على صفحتكم في الفيسبوك، طبعا بشرط أن تكون مضبوطة على وضع «خاص». وإذا كنتَ من المولعين بالتصوير، ولديك رغبة في إطّلاع الآخرين على إنجازاتك، فلا تشغل بالك، بل شارك أجمل صورك مع المجموعة. اختر جيدا كلماتك المفتاحية بصورة تجعلك تستهدف المصورين الذين يهتمون بالموضوعات نفسها (المناظر الطبيعية، الصور بالأسود والأبيض، الطبيعة الصامتة...). فإذا كانت صورك جديرة بالعناية، فإنها ستحظى سريعا بـ«الإعجاب» (لايك) وربما أُرسِلتْ إليك تعليقات مشجعة أو نصائح من شأنها أن تساعدك على تطوير موهبتك في التصوير. لا تتردد، بدورك، في التعليق على صور الآخرين، أو إرسال «إعجاب» لأصحاب الصور التي نالت رضاك، أو في الاشتراك في حسابات مصوريك المفضلين، حتى لا تفوِّتَ على نفسك أي صورة من صورهم الجديدة. ▪

الشهرة على الأنستقرام

ينقسم نجوم الشبكة إلى صنفين. يضم الصنف الأول الأعضاء «الموصى بهم»، وهم الذين تستوقف صورهم فرق الإنستقرام. فصورهم التي تكون عبقرية من الناحية الفنية، أو على درجة عالية من الابتكار، تلفت أنظار أكبر عدد من المشتركين. وهذا يزيد فورا من الشهرة، ويغري أصحاب الإعلانات. وفي هذه الحالة يمكن لهؤلاء المصورين أن ينتقلوا إلى الصنف الثاني، أي «المؤثرين»، ومنهم من يتلقى مبالغ مالية مقابل إبراز ماركات تجارية أو منتجات صناعية في صورهم. وهذا مورد للرزق مهم، ولكن، لا تحلموا كثيرا، ففي فرنسا، لا يوجد من «المؤثرين» إلا عدد قليل جدا.

---

(١) EST-CE UNE BONNE IDÉE DE LAISSER SON COMPTE INSTAGRAM EN MODE «PUBLIC», Science & Vie Junior 319, P 91

(٢) Philippe Fontaine

انضم لنا

واصنع الفرق













هل امتلاك الأخطبوط لتسعة أدمغة يجعله أكثر ذكاء؟

الإجابة «نعم ولا...» بحسب آن- صوفي دارماياك (Anne-Sophie Darmaillacq)، المتخصصة في رأسيات الأرجل، ذلك الصنف من الرخويات الذي يضمُّ الأخطبوط.

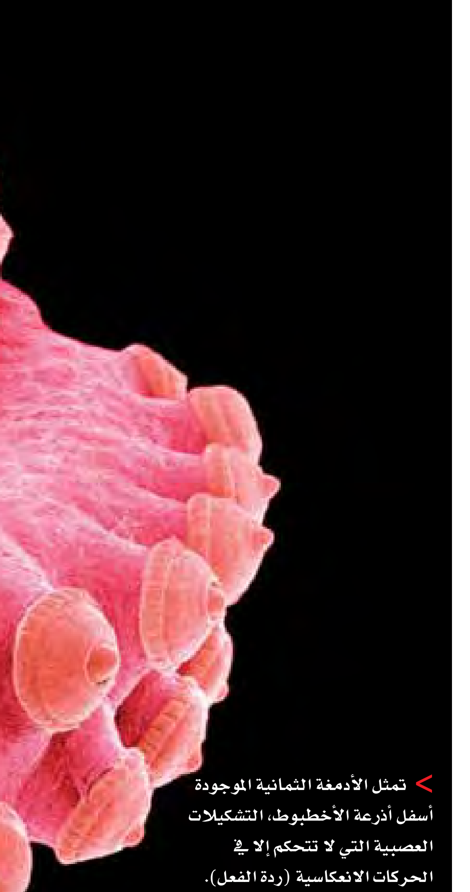
ترى تلك الباحثة في علم سلوك الحيوان (الإيثولوجيا) بجامعة كان (فرنسا) أن الجواب هو "لا. لأن الأخطبوط لا يملك في واقع الأمر إلا عضوًا واحدًا يعادل الدماغ الإنساني: وهذا «الدماغ المركزي»، المزوَّد بـ ٢٥٠ رابطا عصبيا يحتلُّ محفظة غضروفية في رأسه".

ولئن كان هذا الحيوان يملك ثمانية تشكلات عصبية أخرى (تسمى الضفيرة العضدية)، فإن تلك التشكلات الموجودة أسفل كل ذراع من أذرعته، والمترابطة في ما بينها، لا تتكون كل منها إلا من ٥٠ مليون خلية عصبية (عصبون)، ولا تملك وظائف معرفية عليا (كالذاكرة، أو القدرة على أخذ القرارات...). ولا تعالج إلا معلومات حسية بسيطة -صادرة عن لواقط المحاجم «الممصات» التي تشارك في إدراك الطعم، والرائحة، أو ملمس الأجسام المحيطة بها-، ولا تساعد إلا على القيام بحركات انعكاسية (ردة فعل) - كما يحدث عندما يقرص سلطعون البحر ذراعها.

كتل عصبية مستقلة

وتؤكد الباحثة أن "تلك التشكيلات العصبية هي بالدرجة الأولى المعادل لنخاعنا الشوكي، الذي يشارك بدوره في الحركات الانعكاسية (ردة فعل)". ومن هنا، تقرُّ الباحثة بـ"أن تلك الكتل العصبية في حد ذاتها لا تزيد البتة في القدرات المعرفية للأخطبوط. وإلى حد ما، بإمكاننا أن نقول إن تلك الكتل العصبية الذراعية الثماني للأخطبوط تزيد بالفعل من ذكائه. فهي إذ تدقق في الإشعار القادم من المحاجم، فإنها تحرر الدماغ من ذلك الإعلام، وهو ما يزيد، مثلا، من مستوى احتراسه".

ومما يدل على الاستقلال النسبي لتلك الكتل العصبية، ما يؤكده خوان-كارلوس فونتيسيلا-كامب (Juan-Carlos Fontecilla-Camps) المتخصص في علم الأحياء بمعهد علم الأحياء الهيكلي بغرونوبل (فرنسا) من أن "ذراع الأخطبوط، حتى إذا قُطِعَتْ، تُواصِل الانقباض حين يُلقَى بها في الماء العذب... كما لو أنها ما زالت مرتبطة بجسم الأخطبوط".



تمثل الأدمغة الثمانية الموجودة أسفل أذرعة الأخطبوط، التشكيلات العصبية التي لا تتحكم إلا في الحركات الانعكاسية (ردة الفعل).

لماذا تفسد القهوة نومنا؟

إن القهوة تفسد نومنا بسبب مادة الكافيين التي تحتويها، بطبيعة الحال! فهذا الجزيء الموجود بنسبة ١,٤ إلى ١,٨ جرام في اللتر الواحد من الإسبريسو يعطل فعل جزيء دماغي مسؤول عن رغبتنا في النوم في آخر النهار: تسمى الأدينوسين. والسبب في ذلك هو أن للكافيين بنية مماثلة لذلك المعدِّل العصبي، وبالتالي فإنها تستطيع أن تلتصق ببعض لاقطاته الدماغية، فتعطل مفعولها. وإضافة إلى ذلك فإن الكافيين تفسد أيضا ساعتنا البيولوجية: إذ أثبتت دراسة حديثة أن استهلاك قسط من الكافيين معادل لقهوة أسبريسو مضاعفة، قبل ثلاث ساعات من موعد النوم العادي، يؤخر الدورة الطبيعية للنوم بـ ٤٠ دقيقة. غير أننا نجد الكافيين في مشروبات الطاقة (٠,٣٢ جرام/لتر)، والمشروبات الغازية التي تحتوي على الكولا (٠,١٣ جرام/لتر)، والشاي (بنسبة تصل إلى ٠,٢٨ جرام/لتر)... ورغم ذلك، فإن التعود على شرب القهوة عند المستهلكين الكبار، يحدُّ من آثارها.



كم شجرة نحتاج لتعويض ما ننتجه من ثاني أكسيد الكربون؟



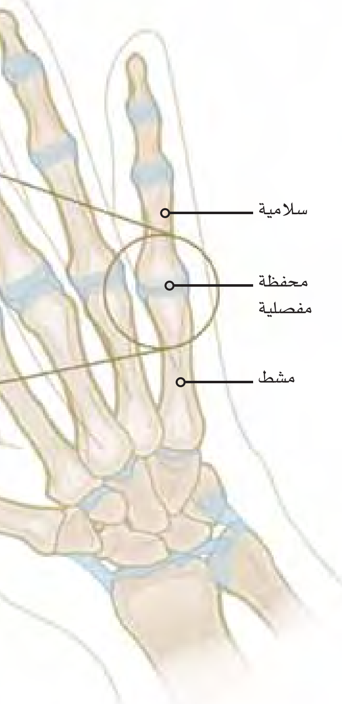
A.DAGAN - SPL/COSMOS - F.LORMON/HEMIS/CORBIS

نحتاج إلى أن نَكْسُوَ الأراضي الفرنسية بغطاء من الغابات! ففرنسا تنتج ٥٠٠ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويا. ويبين جان-لوك بيرون (Jean-Luc Peyron)، مدير مجمع المصلحة العمومية إيكوفور (Ecofor) أن "الأشجار، في مناخنا، تخزن في المتوسط ما يعادل ١٠ أطنان من ثاني أكسيد الكربون في الهكتار سنويا". ويعني هذا أننا نحتاج إلى زراعة ٥٠ مليون هكتار من الغابات- والحال أن الغابات اليوم لا تغطي إلا ١٦ هكتارًا. وهذه المساحة المطلوبة تمثل ٩١٪ من المساحة الوطنية... ويضيف هذا المتخصص قائلا: "إن بعض الأنواع تكون إنتاجيتها أفضل من غيرها". ومن هنا، فإن زرعْنا أشجار الصنوبر أو الحور، فسيكون بإمكاننا أن نقتصر على ٦٧٪ من أراضي فرنسا.

من أين يأتي صوت الأصابع حين نفرقعها؟

إن ذلك الصوت ينشأ من ظهور فقاقيع غازية صغيرة في المفاصل كلما مدّدناها. ولئن اعتقد الناس طويلا أن ذلك الصوت ناشئ عن انفجار تلك الفقاقيع، فإن دراسة أنجزت خلال سنة ٢٠١٥م اعتمادًا على التصوير بالرنين المغناطيسي، أثبتت، خلافًا لذلك، أن الصوت ربما كان ناتجًا عن تكوّن تلك الفقاقيع. ويقول صاحب تلك الدراسة، غريغوري كاوتشوك (Gregory Kawchuk): "إن أبحاثنا لا تسمح لنا بأن نؤكد السبب الذي يؤدي إلى حدوث ذلك الصوت، ولكننا لاحظنا أنه يظهر في الوقت نفسه الذي نرى فيه تلك الفقاقيع تتكوّن".

أما عن نتائج تلك الفرقعات فلا توجد إلا دراسات قليلة، صدرت أشْهَرُها خلال سنة ١٩٩٨م، وقد قام بها المتخصص الأمريكي في الحساسية دونالد أونجر (Donald Unger). فقد ظل، طوال خمسين عامًا، يفرقع أصابع يده اليسرى، مرتين في اليوم على الأقل. ولكنه لم يلاحظ، في نهاية المطاف، أي فرق بين مفاصل يديه، ولم يشاهد أي علامات على وجود التهاب في المفاصل. وقد أيّدت هذه النتيجةَ دراسةٌ أنجزها سنة ٢٠١١م عدد من الباحثين من مؤسسة بيتيسدا لألعاب الفيديو (الولايات المتحدة الأمريكية) على ٢٠٠ شخص تتراوح أعمارهم بين ٥٠ و٨٩ عاما. وعلى الرغم من أن عددًا من العلماء أشاروا، سنة ١٩٩٠م، إلى أن تلك الفرقعات يمكن أن تؤدي إلى الحد من قوة الإمساك، فإن الأبحاث قليلة إلى درجة لا تسمح لنا باستخلاص نتائج قاطعة في هذا الموضوع. ويقول باسكال ريشات (Pascal Richette)، المتخصص في التهاب المفاصل بمستشفى لاريبوازيار (hôpital Lariboisière) بباريس: "يمكننا أن نعتقد أن القيام بحركات «غير عادية» كل عشرين دقيقة قد يكون مضرًا في النهاية. ولكن المؤكد أن فرقعة الأصابع من حين إلى آخر لا تترتب عليها أي آثار". لذلك ينصح ريشات بالتقليص من هذه الحركة إلى حدود مرتين في اليوم.



تحدث الف...

لماذا لا نعطس أبدًا أثناء النوم؟

لا نعطس أثناء النوم لأن بعض عضلاتنا تتوقف عن العمل. فدورتنا اليومية، التي تساعد على تثبيت ساعتنا البيولوجي على توقيت الليل/النهار، تُنَشّط إفرازات للهرمونات وللناقلات العصبية، تختلف كمياتها بحسب الزمن الذي تقع فيه وبحسب النشاط الذي نقوم به. فحين ننام نومًا عميقًا، تقلّ تلك الإفرازات بشكل حادّ. غير أن تلك الناقلات العصبية تساعد بعض العضلات على العمل. وتشرح إيلويز روزي (Eloïse Rozé)، طبيبة العظام في بيت الصحة لاينّاك ببلدة بلوديهان-سور-رانس (فرنسا) الموضوعَ فتقول: "خلال النوم أو النوم العميق، يحدث إبطال جزئي للنشاط العضلي السطحي (عضلات البطن والفخذ)، الذي لا يخص العضلات العضوية (عضلات القلب، والحجاب الحاجز، والجهاز الهضمي...)، كما يحدث عدم تزامن للدماغ مع بقية الجسم. ومن هنا، فإن مستوى حساسية الغشاء المخاطي الأنفي، المسؤول عن العطس، ينخفض، وهو مايجعل ذلك الغشاء أقل استجابة للعوامل المثيرة". ومع ذلك، فإن توفر العوامل المثيرة (غبار، فيروس، مادة كيميائية...) بكميات كبيرة، يتسبب في رد فعل بالعطاس. ولكنه، قبل ذلك، سيوقظ الشخص من النوم.

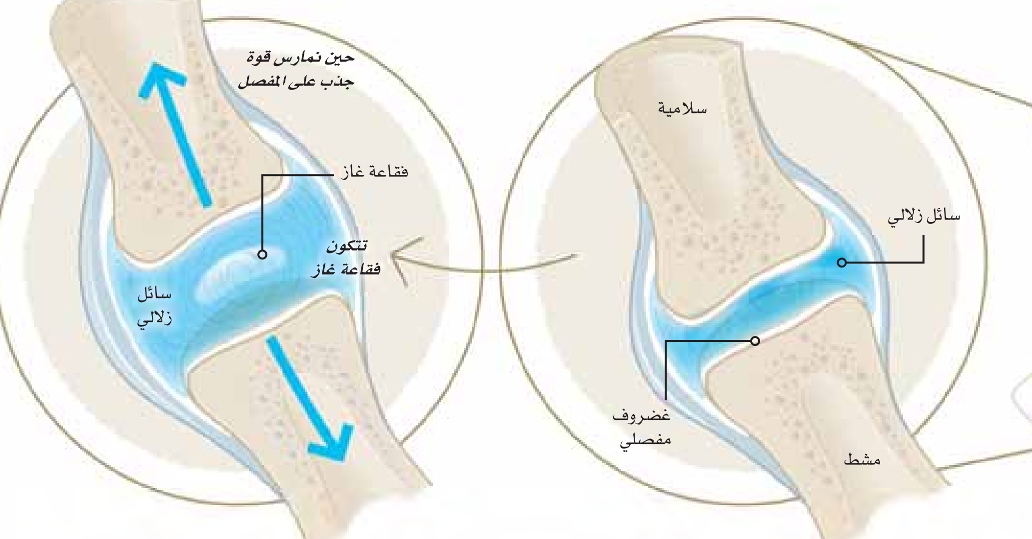
هل كل الأزه...

يقول أكسل ديكورتي (Axel Decourtye)، عالم الأحياء بالمعهد التقني والعلمي لتربية النحل والتلقيح بمدينة أفينيون (فرنسا): "لم تُنجَز إلى اليوم أي دراسة شاملة لمجموع العشرة آلاف نوع من النحل في فرنسا، والعشرين ألفًا في العالم؛ ولكن إن اقتصرنا على النحل الداجن الذي يربيه النحّالون لإنتاج العسل، واسمه العلمي *أبيس ميلّيفيرا* (*Apis mellifera*)، فإن الجواب عن هذا السؤال هو: لا".

إن النحل، على اختلاف أنواعه، يمتص نوعين من المواد: أولهما الرحيق، وهو سائل شديد الحلاوة، يُصنَع منه العسل؛ والثاني هو غبار الطلع، وهو عنصر التلقيح الذكَري للزهرة، ومنه تتغذى، وهو الذي يزوّدها بالبروتينات والدهون. غير أنه توجد أنواع من الأزهار لا تنتج رحيقًا (كالخشخاش، والورد، والغرنوقي...). وحتى تلك الأزهار، فبإمكانها أن تجذب النحل.

A.DAGAN - SHUTTERSTOCK





حين نباعد بين العظام، تتكون فقاعة غاز في السائل، محدثةً فرقعة

إن الفضاء الذي تم إيجاده، يخفض الضغط فجأة في السائل الزلالي. فتعود الغازات المذابة إلى الحالة السائلة، وتكون فقاعة. ويبدو أن ما يتسبب في الفرقعة هو تكون تلك الفقاعة، وليس انفجارها.

تتماسك العظام بفضل السائل الذي تنغمس فيه المفاصل

إذا سحبنا أصابعنا قليلاً، لا يحدث شيء، لأن السائل الزلالي لزج، ويقاوم الجذب. ويسمح لجزئي المفصل بأن يظلا متماسكين.

ـــــار يمتصّ النحل رحيقها؟



< تتدرج زهرة الحوض (الأنقوليه) ضمن الأزهار التي لا يستطيع النحل الداجن أن يمتصّ رحيقها: لأن قصر خرطومه يمنعه من الوصول إلى الرحيق.

ومع ذلك، فإن النحل المسمَّى *أبيس ميلّيفيرا* لا يحطّ على كل الأزهار. ويقول أكسل ديكورتي إن السبب الأول في ذلك هو "احتمال وجود تنافر بين بنية النحلة وبنية بعض أنواع الزهور، يَحُولُ دون جمع الرحيق أو غبار الطلع. كأن يكون خرطوم النحلة شديدَ القصر فلا يستطيع الوصول إلى رحيق زهرة الحوض (الأنقوليه)". كما أن بعض الأزهار تنتج رحيقًا أقل جاذبية للنحل: كأن يكون قليل الحلاوة أو غير متوفر بكمية كافية (مثل الخطمي، أو بَسْلة الزهور...). وكذلك الشأن بالنسبة إلى غبار الطلع.

وبناء عليه، فإن تلك الأزهار التي لا يوليها النحل الداجن أهمية، يمكن أن تزورها أنواع برية من النحل، أو حتى حشرات ملقِّحة أخرى، كالفراشات، والدبابير، والذباب. مما يساعدها على التكاثر.

كيف تستطيع الصراصير أن تقاوم إشعاعات التجارب النووية؟

خلافا لما توهمنا به بعض روايات التنبؤ، من أن الكائنات الوحيدة الناجية على وجه الأرض بعد وقوع كارثة نووية، يمكن أن تكون الصراصير، فإن مقاومة الإشعاعات هي قدرة مشتركة عند كل الحشرات. فما هي الآلية الفيسيولوجية التي تساعدها على ذلك؟ لقد تم اختبار فرضيات كثيرة: فهل تتمتع الحشرات بحماية أكبر بفضل جلدها؟ وهل تملك قدرةً أكبر على تعويض الخسائر التي تُلحقها بها الإشعاعات؟ يقدم جون مولدر (John Mulder)، وهو دكتور في علم الأحياء الإشعاعي، وأستاذ بجامعة الطب في ويسكونسين (الولايات المتحدة الأمريكية)، الجواب القاطع فيقول: "لقد تم التخلي نهائيا عن تلك الفرضيات. فنحن نعرف اليوم أن مقاومة الإشعاعات هي ميزة خاصة بخلايا الحشرات. واعتمادًا على النظريات السائدة، فإن هذا يفسَّر بقلة الحمض النووي فيها".

وكما يؤكد فريديريك لوجوندر (Frédéric Legendre)، الباحث في علم أحياء التطور، في المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي (فرنسا)، فإن "للصراصير قدرة محدودة على المقاومة: ولذلك، فإنها تموت إذا تعرَّضتْ لكمية عالية من الإشعاعات. ولئن كانت مقاومتها للإشعاعات أفضل بكثير من مقاومة البشر لها، فهي ليست الأفضل في هذا المجال: إذ توجد أنواع من العقارب والبكتيريا تستطيع مقاومة الإشعاعات بطريقة أفضل منها".



< إن الصراصير ككل الحشرات تقاوم الإشعاعات لأن خلاياها لا تحوي إلا القليل من الحمض النووي.

من اتخذ القرار بأن تكون كل مقاعد السيارة باتجاه الطريق؟

يجيب سوغوانغ وانغ (Xuguang Wang)، الباحث في علم تنظيم الشغل (الإرغونوميا) بالمعهد الفرنسي لعلوم وتقنيات النقل، والتجهيز والشبكات (ifsttar) بمدينة برون (فرنسا)، قائلا: "لم تنجز دراسات دقيقة عن هذا الموضوع، ولكن هذه الوضعية، في رأيي، تفسَّر خاصة باعتبارات تتصل براحة المسافرين".

إن اختيار توجيه المقاعد إلى الأمام قد لا يكون الهدفُ منه إلا إتاحةَ الفرصة للجالس بأن يشاهد المناظر المتتابعة، أو التثبتَ من الطريق بالنسبة إلى الأشخاص الذين يجدون صعوبة في تحمل السفر.

ويُقرُّ المتخصص المذكور بأن الأمر المؤكد أن المسألة غير مرتبطة باعتبارات تخص السلامة، يقول: "إن المقاعد الموجهة إلى الخلف قد توفر للراكب سلامة أكبر في حال وقوع تصادم مباشر في مقدمة السيارة: لأن المقعد يمثل في هذه الحالة مساحة اتصال لتخفيف الصدمة أكبر من حزام الأمان".

ويمكن أن نجد مقاعد موجهة إلى الخلف في القطارات، والطائرات، والحافلات، وحتى في "بعض الموديلات النادرة من السيارات المقطورة الخاصة بالتخييم والرحلات، ولكن هذا يكون لتوفير المساحة، أو لتحسين التواصل، بأن يتيح للمسافرين الفرصة للحديث وجهًا لوجه. ولا يكون قط من أجل السلامة. ■

SHUTTERSTOCK

(١) QUESTIONS RÉPONSES, SCIENCE & VIE 1183, P 132-136


KACST
channel

في العدد القادم

بعد الطائرات بدون طيَّار

جاء دور الروبوتات الصغيرة





جميع أعداد مجلة العلوم والتقنية للفتيان متاحة على الموقع الإلكتروني

http://publications.kacst.edu.sa



مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الرقم: ٣٤٠١١٣ رقم الوثيقة : 05P0031-BKT-0001-AR01